I.C. BOGHIȚOIU

colecția cristal

ELECTRONICA PESTE TOT

EDITURA

ALBATROS

ELECTRONICA ÎN ȘCOALĂ

Automat muzical

Obținerea unei melodii pe cale electronică se bazează pe posibilitatea oferită de un circuit electronic de a comanda succesiv intrarea în funcțiune a unui număr oarecare de oscilatoare cu diferite frecvențe de lucru sau de a modifica succesiv elementul de acord al unui oscilator, astfel ca în final să se obțină înlănțuirea de tonuri care să constituie melodia dorită.

Un astfel de montaj este util pentru demonstrații la orele de muzică, pentru sonorizări în activitățile artistice sau sportive, ca semnalizator în instalațiile de avertizare etc.

Pentru a înțelege principiul de funcționare al automatului muzical descris, apelăm la o analogie: să considerăm că avem un număr de zece oscilatoare electronice audio construite pe diferite frecvențe și că fiecare oscilator este legat la plotul unui comutator rotativ. La cursorul respectivului comutator este conectat un amplificator echipat cu un difuzor. Rotind cursorul comutatorului vom avea prilejul să ascultăm succesiunea celor zece frecvențe care pot reprezenta o melodie oarecare, un semnal convențional de semnalizare etc.

Durata fiecărui ton ascultat depinde de timpul cît cursorul a staționat pe contact (plot), iar viteza de succesiune a notelor, de viteza unghiulară a cursorului.

Același efect se poate obține dacă este vorba de un singur oscilator, dar la care se conectează — tot prin intermediul unui comutator rotativ — diferite elemente de circuit, care permit modificarea succesivă a frecvenței generate. Avînd însușită imaginea funcționării acestui sistem mecanic, nu rămîne decît să reținem că schema propusă realizează succesiuni de frecvențe nu mecanic, ci electronic, folosind un circuit integrat de o anumită structură.

Principial schema noastră cuprinde un oscilator audio de bază a cărei frecvență este modificată succesiv prin schimbarea unui element de circuit, schimbare care se face cu ajutorul

unui comutator electronic realizat cu circuitul integrat tip CDB 442 E.

Schema de principiu a automatului muzical este prezentată în figura 1.

În linii generale ea cuprinde un oscilator de tact și un oscilator de ton, realizate ambele cu circuitul integrat

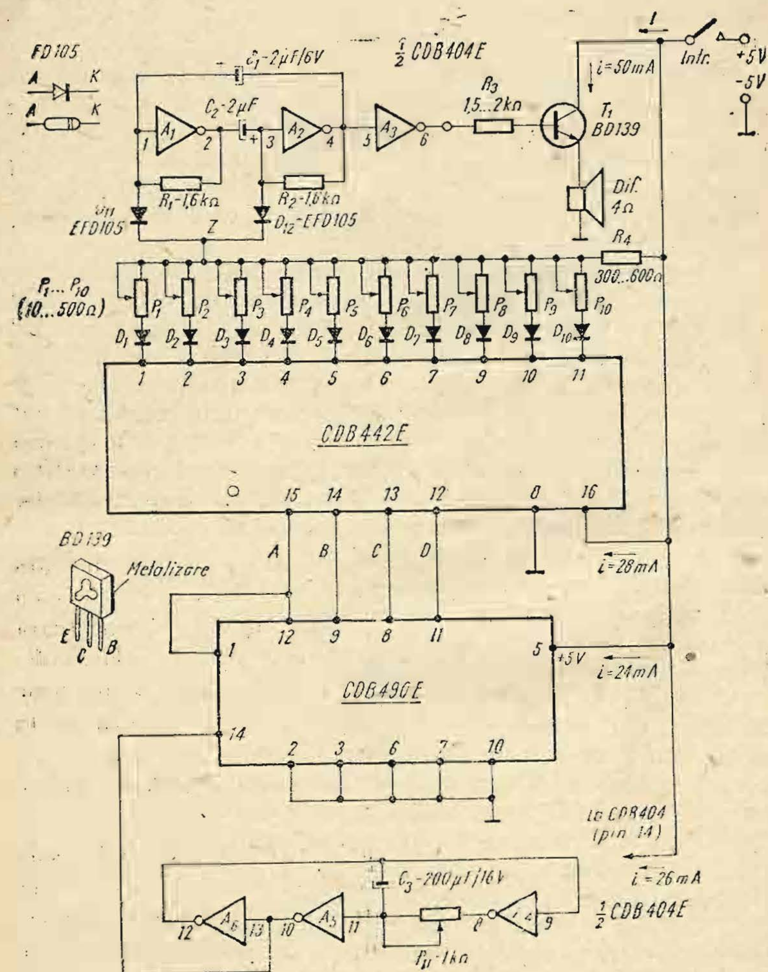


Fig. 1. — Automat muzical.

CDB-404 E, un numărător de impulsuri, realizat cu circuitul integrat CDB-490 E și un decodor binar zecimal realizat cu circuitul integrat CDB-442 E (care îndeplinește rolul comutatorului) și un amplificator audio realizat cu tranzistorul *npn*, tip BD-139, avînd ca sarcină un difuzor de 4 Ω/0,25 W.

Înainte de a trece la descrierea modului de funcționare a schemei de principiu, este util să prezentăm pe scurt cele trei circuite integrate pe care le vom folosi, circuite ce se fabrică și în țara noastră, la I.P.R.S. — Băneasa.

Integratul CDB-404 E este un inversor sextuplu, adică cuprinde în aceeași capsulă un număr de șase amplificatoare inversoare identice (fig. 2). Un inversor din compunerea acestui integrat are proprietatea că un semnal aplicat la intrare este redat la ieșire inversat, adică cu polaritatea schimbată cu 180°.

Capsula este de tip TO-116, avînd 14 terminale (pini) dispuse simetric. Conectarea inversoarelor este făcută așa după cum se arată în figura 2. Tensiunea de alimentare se conectează la pinii $7(-V_c)$ și $14(+V_c)$.

Verificarea stării de funcționare a unui asemenea circuit integrat se face astfel: se alimentează circuitul de la o sursă de 5V. Folosind un voltmetru de curent continuu se verifică dacă între fiecare intrare (*1, 3, 5, 9, 11, 13*) a inversoarelor și masă se găsește o tensiune de circa 2 V.

Cu același voltmetru, conectat între fiecare ieșire din inversor (*2, 4, 6, 8, 10, 12*) și masă, se verifică existența unei tensiuni reziduale de circa 0,1 V. În continuare se conectează pe rînd fiecare intrare în inversor la masă și cu același voltmetru, conectat de data aceasta între ieșirea din inversor și masă, se urmărește dacă există o tensiune continuă de circa 4 V.

Dacă unul din inversoare nu corespunde datelor arătate, circuitul integrat nu va fi folosit.

Integratul CDB-490 E este un numărător zecimal realizat într-o capsulă tip TO-116. Acest circuit asigură numărarea pînă la zece impulsuri aplicate la intrarea *14* și obținerea la pinii *8-9-11* și *12* a stărilor corespunzătoare în cod binar.

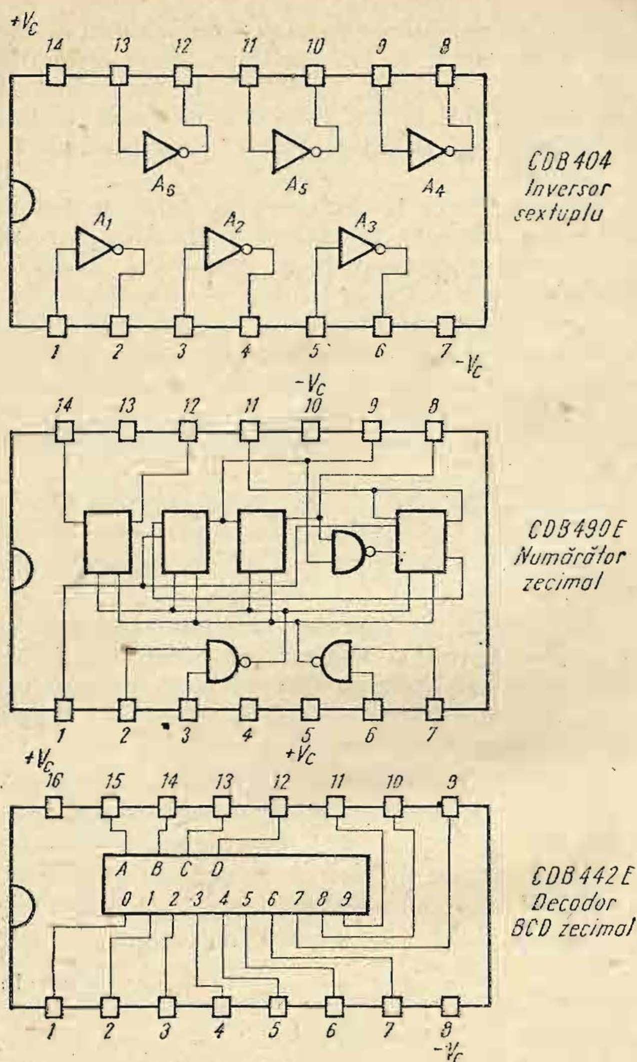


Fig. 2 — Circuitele integrate CDB-404E, CDB-490, CDB-442E.

Din teoria sistemului de numărare binar se cunoaște că un număr oarecare N se reprezintă în sistemul binar ca o serie de puteri ale bazei 2 astfel:

$$N = a_m 2^m + a_{m-1} 2^{m-1} + \dots a_3 2^3 + a_2 2^2 + a_1 2^1 + a_0 2^0$$

unde coeficienții $a_m \dots a_0$ pot avea numai două valori: 1 sau 0. Rezultă deci că un număr zecimal oarecare poate fi reprezentat în cod binar prin însumarea puterilor bazei doi în ordine crescîndă. De exemplu, cifra zecimală nouă este reprezentată astfel:

$$9 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^0 = 8 + 1$$

sau cifra zecimală 19:

$$19 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 16 + 2 + 1 = 19.$$

Se observă că pentru a obține valoarea numărului zecimal se adună doar puterile care nu sînt anulate prin înmulțirea cu zero.

Pentru a scrie, așadar, un număr în sistemul binar vom proceda ca și în cazul scrierii numărului în sistemul zecimal, adică vom scrie pozițional doar coeficienții ce înmulțesc baza 2.

Astfel, revenind la exemplele de mai înainte cifra 9 se va scrie:

$$9 \rightarrow 1001$$

iar cifra 19 se va scrie:

$$19 \rightarrow 10011.$$

Cum în tehnica de calcul binară s-a convenit ca starea (coeficientul) 1 să fie reprezentat prin existența tensiunii, iar starea O prin lipsă de tensiune, integratul CDB-490 E, circuit construit conform acestui principiu, afișează la pinii *8-9-11-12* configurațiile binare corespunzătoare numărului de impulsuri electrice injectate la intrarea *14*.

În tabelul de adevăr alăturat (tabelul 1) este dată corespondența între numărul de impulsuri în zecimal și dispunerea binară a stărilor corespunzătoare.

Practic aceasta înseamnă că atunci cînd la intrare nu este aplicat nici un impuls electric, la ieșiri (pin *11*-pin 8-pin *9*-pin *12*) vom avea lipsă de tensiune (în realitate există o tensiune reziduală de circa 0,2 V, adică starea logică 0).

Numărul de impulsuri aplicate la intrare (pin *14*)	Starea ieșirilor			
	pin *11*	pin *8*	pin 9	pin *12*
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0

În momentul aplicării primului impuls la intrare, starea se modifică prin apariția la pin *12* a stării 1 adică a unei tensiuni care în cazul circuitului de față este de circa *3,5* V, corespondentul binar a impulsului nr. 1, tradus în stări de tensiune fiind 0001. Impulsurile aplicate la pin *14* sînt debitate de integratul CDB 404 E.

Verificarea circuitului integrat CDB-490 E se face în felul următor: de la o sursă de curent continuu de 5 V conectată cu borna plus la pin *5* și cu borna minus la pin *10* se asigură alimentarea circuitului integrat.

Cu ajutorul unui voltmetru de c.c. se verifică dacă între borna minus și pinii circuitului se găsesc tensiunile din tabelul 2.

Dacă totul este normal, se efectuează în continuare următoarele operații: pinii *2*, *3*, *6* și *7* se conectează la pin *10*, iar pinul *1* la pin *12*. Se conectează voltmetrul de c.c. între pin *8* și pin *10*. Cu ajutorul unui fir efectuăm manual scurtcircuit între pin *14* și pin *10*. La voltmetru va trebui să citim cînd o tensiune de circa 3,6 V, cînd o tensiune nulă, funcție de numărul de scurtcircuitări. În continuare vom proceda la fel, mutînd borna plus a voltmetrului la pinii *9*, apoi *11* și *12*. Operațiile trebuie efectuate cu multă atenție spre a nu efectua conexiuni greșite, care pot duce la distrugerea integratului.

PIN	Tensiunea măsurată [V]
1	2,5
2	2
3	2
4	0
6	2
7	2
8	0
9	0
11	4
12	4
13	0
14	2,5

Integratul CDB-442 E este un decodor binar-zecimal și este realizat într-o capsulă tip MP-117, cu 16 piciorușe (fig. 2).

Alimentarea se aplică la pin *8* ($-V_c$) și pin *16* ($+V_c$).

Circuitul realizează decodificarea din binar în zecimal, afișînd maxim 10 stări ale unui numărător cu 4 celule (4 ieșiri în binar). Stările codului binar sub formă de tensiuni, se aplică la intrările *15* (A) — *14* (B) — *13* (C) și *12* (D).

Ieșirile în zecimal sînt conectate la pinii *1*—*11* (afară de *8*). Ceea ce trebuie reținut este faptul că traducerea în zecimal se face prin apariția stării 0 de la un picioruș la altul, aceste stări culegîndu-se pozițional.

Astfel, dacă la intrarea binară aplicăm stările **0011**, numai la pin *4* vom găsi starea 0, la toți ceilalți fiind afișată starea 1. Corespondența dintre stările binar și zecimal pentru circuitul CDB-442 este redat în tabelul 3.

Pentru restul stărilor de intrare pînă la a 16-a, deoarece se lucrează cu 4 celule ($2^4 = 16$), ieșirile rămîn în starea 1. Un circuit conectat la unul din pinii de ieșire este practic conectat la masă atunci cînd decodorul trece prin starea 0. Tocmai această succesiune a trecerii prin zero a ieșirilor face ca circuitul de față să fie comparat cu un comutator rotativ.

Tabelul 3

Starea intrărilor binare				Starea ieșirilor										Nr. de ordine al impulsului de ieșire
Pin *12* (D)	Pin *13* (C)	Pin *14* (B)	Pin *15* (A)	Pin *1*	Pin *2*	Pin *3*	Pin *4*	Pin *5*	Pin *6*	Pin *7*	Pin *9*	Pin *10*	Pin *11*	
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	3
0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	4
0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	5
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	6
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	7
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	8
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9

Tensiunile de intrare aplicate circuitului se obțin, de regulă, de la un numărător zecimal sau poate să reprezinte stări ale funcționării unui anumit dispozitiv ce trebuie supravegheat, etc.

Verificarea circuitului integrat CDB—442 se face în felul următor: se alimentează circuitul de la o sursă de 5 V, verificîndu-se mai întîi dacă valoarea curentului consumat este de circa 28 mA.

Se reproduce starea 0000, conectînd la masă toate cele patru intrări (*12—13—14—15*). Folosind un voltmetru de curent continuu se va controla, dacă între pin *1* și masă (-5 V) tensiunea măsurată este nulă (rezidual 0,2 V) și dacă între restul ieșirilor și masă tensiunea este de circa 3,7 V, ceea ce corespunde nivelului logic (stării) 1.

În continuare — folosindu-ne de tabela de adevăr — se reproduce starea 0001; aceasta se obține menținînd mai departe conectate la masă pinii *12—13—14* și lăsînd neconectat (liber) pinul *15*.

De data aceasta, starea 0 se va găsi la ieșirea *2*, toate celelalte ieșiri aflîndu-se la o tensiune de circa 3,7 V.

Din aproape în aproape se procedează la fel și cu celelalte poziții, convingîndu-ne în final de integritatea circuitului.

Revenind la schema de principiu din figura 1 și bazîndu-ne pe descrierile de circuit de mai înainte, să urmărim modul de funcționare al acesteia.

Plecăm de la ideea că trebuie să realizăm un oscilator audio care trebuie să-și modifice succesiv frecvența generată.

În schemă, acest oscilator este realizat cu doi din inversorii circuitului CDB—404 E și anume cu inversorii conectați la pinii *1—2* și *3—4*. Ieșirea inversorului A_1 este cuplată capacitiv cu intrarea inversorului A_2, iar ieșirea acestuia tot capacitiv este cuplată la intrarea primului. Se obține în acest mod un oscilator tip multivibrator astabil. Pentru funcționarea generatorului este necesară și conectarea intrărilor *1* și *3* la masă prin intermediul unui rezistor. Acest lucru este realizat cu ajutorul potențiometrelor P_1—P_{10}, care au o bornă comună conectată în punctul notat cu Z, iar celelalte borne cuplate la decodorul CDB—442, prin intermediul unor diode de blocare. Cînd unul din aceste potențiometre este pus la masă prin intermediul circuitului CDB—442, atunci oscilatorul va funcționa. Semnalul de ieșire se culege la pin *4* și este introdus mai departe în inversorul A_3. Ieșirea acestuia din urmă este cuplată prin intermediul unui rezistor de limitare la baza tranzistorului T_1. Sunetul generat va fi redat de difuzorul *Dif.* cuplat în circuitul de emitor.

În situația în care este necesară o audiție mai puternică, în locul lui T_1 se va folosi un amplificator audio clasic. Deoarece este bine ca schema să fie verificată pe măsură ce avansăm cu montajul, se recomandă ca după plantarea componentelor oscilatorului (inclusiv R_4) în afară de potențiometre, să se cupleze alimentarea de 5 V și cu ajutorul unui rezistor de 200 Ω conectat între punctul Z și masă să urmărim apariția unui sunet în difuzor. Dacă acest test nu duce la apariția sunetului, rezultă că undeva s-a strecurat o greșeală de montare sau că o componentă este defectă. Aceasta ne obligă să verificăm pe rînd fiecare piesă. În cazul cînd localizăm defectul în circuitul integrat se poate verifica montajul înlocuind inversorul defect cu un altul din cele șase, aflate în capsulă. Dacă oscilatorul va lucra din prima încercare, vom repeta operația montînd în locul rezistorului de 200 Ω, alte rezistoare, de valori mai mici, sau un potențiometru de 500 Ω cu ajutorul cărora să constatăm generarea diferitelor frecvențe

la modificarea rezistenței. Cum pentru fiecare frecvență generată este nevoie de o rezistență de o anumită valoare, în schemă apar zece potențiometre, fiecare fiind reglat pentru sunetul dorit.

Conectarea la masă a acestor potențiometre este asigurată de integratul CDB-442 E, care efectuează această operație succesiv începînd cu ieșirea *1* pînă la ieșirea *11*.

Comanda integratului decodor CDB-442 se face de către numărătorul zecimal CDB-490 E. Acesta asigură prin ieșirile sale *8—9—11—12* o configurație în cod binar care se aplică intrărilor *12—13—14—15* ale CDB-442 E.

Schimbarea stărilor de la ieșirea numărătorului zecimal are loc ca urmare a unor impulsuri de tact pe care acesta le primește la intrarea *14*.

Aceste impulsuri de tact sînt generate de restul de 3 inversoare din C.I. CDB-404, care împreună cu un potențiometru (P_{11}) și un capacitor (C_3) formează un oscilator capabil să asigure semnale electrice cu o frecvență cuprinsă între 0,2 Hz și 5 Hz, funcție de poziția cursorului lui P_{11}.

Pentru reglajul potențiometrelor P_1—P_{10} în scopul obținerii unui fragment de melodie compusă din 10 note este necesar să „ținem pe loc" funcționarea decodorului CDB-442; realizăm acest lucru decuplînd legăturile dintre acesta și numărătorul zecimal și efectuarea combinațiilor în cod binar, conform tabelei de adevăr 2. Astfel, dacă vom conecta la masă toate cele 4 intrări ale integratului CDB-442 E va fi conectat în circuit (va fi activ) numai potențiometrul P_1. Rotind cursorul acestuia vom regla frecvența (tonul) la valoarea dorită. Acest reglaj se poate face „după ureche", iar acolo unde este posibil, cu ajutorul unui frecvențmetru.

Potențiometrele P_1—P_{10} vor fi de tip trimer, cu valoarea maximă de 500 Ω. Constructiv este posibilă înlocuirea acestor potențiometre cu rezistoare fixe: pentru această operație este însă necesar să stabilim cu ajutorul unui potențiometru tonul dorit, apoi se măsoară cu ajutorul unui ohmmetru valoarea rezistenței ohmice prezentată de potențiometru pentru poziția în care a fost adus, după care prin sortare, să montăm rezistența necesară.

Schema poate fi folosită și pentru a reda mai multe fragmente de melodie. Acest lucru este posibil prin realizarea

unor reglete cu 10 rezistențe fiecare — dinainte stabilite — și înlocuirea acestor reglete între ele după dorință. Pentru ușurința acestei manevre, vor fi prevăzute niște contacte tip clemă în care regleta să fie introdusă și scoasă cu ușurință.

Alimentarea montajului se va face de la o tensiune continuă de 5 V, preluată de la un redresor obișnuit.

Curentul total consumat este de circa		128 mA.
Pe etaje consumul de curent este următorul:		
Circuitul integrat decodor:		28 mA
Circuitul integrat numărător zecimal:		24 mA
Circuitul integrat inversor:		26 mA
Tranzistorul T_1:	circa	50 mA

Aceste valori variază puțin între starea de repaus a schemei și starea de funcționare.

Pentru obținerea unei construcții solide este indicat să fie folosit un cablaj imprimat în care să fie corect implantate circuitele integrate precum și restul de piese.

Montajul are o funcționare continuă, în sensul că după baleierea celor zece note, procesul se reia după un interval de circa 3 s. Oprirea și pornirea montajului se face de la sursa de alimentare.

Dacă dorim ca succesiunea de note să fie mai mică de zece, atunci vom monta potențiometre numai pentru sunetele necesare. Dacă dorim să realizăm o pauză mai mică sau mai mare între două note succesive vom putea obține acest lucru tot prin eliminarea potențiometrelor din zona respectivă.

Pentru obținerea unor sunete mai armonioase — gen duet — se vor folosi două montaje identice, dar care să fie comandate de un singur generator de tact (prin unirea între ele a intrărilor *14* de la CDB-490 și prin folosirea unui singur tranzistor T_1 la baza căruia să fie cuplate ambele rezistoare R_3. Va fi necesar ca după acordul pe frecvența de bază a primei scheme să se facă acordul pe frecvențele de acompaniament al celei de a doua schemă. În acest caz va trebui să avem grijă ca alimentatorul folosit să poată asigura consumul solicitat.

Diodele D_1—D_{12} vor fi de tipul EFD-105 ... EFD-108, înainte de folosire, fiind recomandată verificarea lor.

Sursă de tensiune constantă și sursă de curent constant

De multe ori aceste noțiuni sînt înțelese sau interpretate greșit, motiv pentru care și utilizarea lor practică este ignorată. În ideea de a familiariza pe cît posibil pe constructorii electroniști cu aceste noțiuni și mai ales și pentru faptul că sîntem la capitolul destinat amatorilor, care inițiindu-se în tainele electronicii trebuie să plece la drum și cu un bagaj de cunoștințe teoretice bine conturate, în cele ce urmează vor fi prezentate aceste noțiuni, prezentare însoțită și de exemplificările practice de rigoare.

În principiu, unei surse generatoare de energie electrică continuă îi sînt proprii două mărimi caracteristice: forța electromotoare, E și rezistența internă, r.

Curentul electric I ce poate fi debitat de o sursă generatoare de energie electrică depinde atît de mărimea E, cît și de valoarea totală a rezistenței din circuit în care intră atît r, cît și rezistența de sarcină (a consumatorului) notată cu R. Schema electrică proprie descrierii de mai înainte este redată în figura 3. În partea din stînga este reprezentată forța electromotoare E în serie cu rezistența proprie r, constituind la bornele A—B, generatorul electric propriu zis, iar în partea din dreapta (circuitul exterior) conectat la bornele A—B se află consumatorul concretizat prin rezistența de sarcină R. Curentul I care circulă prin schema astfel prezentată poate fi determinat prin aplicarea legii lui Ohm, adică:

$$I = \frac{E}{r + R}$$

de aici se obține: $E = rI + RI$ sau $RI = E - rI$.

Căderea de tensiune pe rezistorul de sarcină R, adică tensiunea de la bornele A—B, pe care o vom nota cu U, tot conform legii lui Ohm are valoarea:

$U = RI$ și poartă denumirea de „tensiune la borne".

Înlocuind pe RI cu valoarea U în relația găsită mai înainte obținem:

$$U = RI = E - rI.$$

Această relație arată că valoarea tensiunii U măsurată la bornele A—B nu este constantă, ci variază odată cu modificarea curentului din circuit, respectiv odată cu modificarea

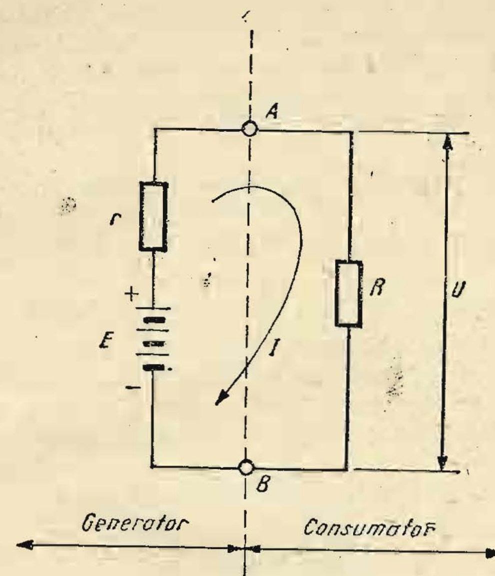


Fig. 3 — Schema sursei generatoare de energie electrică.

rezistorului R. Astfel, dacă considerăm $E = 12$ V și $r = 2\ \Omega$ pentru $R = 8\ \Omega$ găsim $I = 1{,}2$ A și $U = 9{,}6$ V; dacă $R = 10\ \Omega$ atunci $I = 1$ A, $U = 10$ V, iar pentru $R = 18\ \Omega$ găsim $I = 0{,}6$ A și $U = 10{,}8$ V.

Exemplul, care poate continua, modificînd continuu valoarea lui R, arată că odată cu creșterea valorii rezistorului de sarcină, curentul din circuit se micșorează, iar tensiunea la borne crește.

Dacă ne referim la situația limită, cînd $R = 0$ sau cînd $R = \infty$, vom constata că în primul caz (situație de scurtcircuit) $U = 0$, iar în al doilea caz $U = E$, adică tensiunea de mers în gol. De reținut deci că tensiunea la bornele unui asemenea generator poate varia de la 0 la o valoare E, funcție de rezistorul de sarcină. O asemenea sursă se spune că este o sursă de tensiune neconstantă, nestabilizată.

În practica curentă, asemenea surse se întîlnesc acolo unde nu sînt impuse condiții severe de menținere constantă

a tensiunii de ieșire cum este, de exemplu, cazul redresoarelor simple, a generatoarelor rotative, a surselor chimice, etc. Întrebarea care ne o punem este cum trebuie însă procedat pentru a obține o sursă de tensiune care să-și păstreze tensiunea de ieșire constantă, insensibilă la variațiile rezistenței de sarcină.

Pentru aceasta să considerăm din nou relația:

$$E = rI + RI = rI + U \quad \text{sau} \quad I = \frac{E}{r+R}$$

$$\text{sau } U = E - rI = RI$$

și să urmărim ce modificări au loc cînd variază atît R, cît și r. Luînd pentru E tot valoarea de 12 V, să considerăm că r ia valorile — exprimate în ohmi — de: 0, 1, 2, 5, 10 și 50 iar R valorile (ohmi) de: 5, 10, 20, 50 și 100.

Astfel, pentru cazul cînd $r = 0\ \Omega$ *găsim*

$R = 5\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{0+5} = 2{,}4$ A; $U = 12 - 0 = 12$ V

$R = 10\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{10} = 1{,}2$ A; $U = 12$ V

$R = 20\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{20} = 0{,}6$ A; $U = 12$ V

$R = 50\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{50} = 0{,}24$ A; $U = 12$ V

$R = 100\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{100} = 0{,}12$ A; $U = 12$ V

Pentru cazul cînd $r = 1\ \Omega$

$R = 5\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{1+5} = 2$ A; $U = 5 \times 2 = 10$ V

$R = 10\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{11} \simeq 1{,}1$ A; $U = 10 \times 1{,}1 = 11$ V

$R = 20\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{21} \simeq 0{,}57$ A; $U = 11{,}4$ V

$R = 50\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{51} \simeq 0{,}23$ A; $U = 11{,}5$ V

$R = 100\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{101} \simeq 0{,}12$ A; $U = 12$

Pentru cazul cînd $r = 2\ \Omega$

$R = 5\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{2+5} \simeq 1{,}7$ A; $U = 8{,}5$ V

$R = 10\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{12} = 1$ A; $U = 10$ V

$R = 20\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{22} = 0{,}545$ A; $U \simeq 11$ V

$R = 50\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{52} \simeq 0{,}23$ A; $U = 11{,}5$ V

$R = 100\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{102} \simeq 0{,}12$ A; $U = 12$ V

Pentru cazul cînd $r = 5\ \Omega$

$R = 5\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{5+5} = 1{,}2$ A; $U = 5 \times 1{,}2 = 6$ V

$R = 10\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{15} = 0{,}8$ A; $U = 8$ V

$R = 20\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{25} = 0{,}48$ A; $U = 9{,}6$ V

$R = 50\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{55} = 0{,}22$ A; $U = 11{,}0$ V

$R = 100\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{105} = 0{,}114$ A; $U = 11{,}4$ V

Pentru cazul cînd $r = 10\ \Omega$

$R = 5\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{10+5} = 0{,}8$ A; $U = 4$ V

$R = 10\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{20} = 0{,}6$ A; $U = 6$ V

$R = 20\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{30} = 0{,}4$ A; $U = 8$ V

$R = 50\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{60} = 0{,}2$ A; $U = 10$ V

$R = 100\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{110} = 0{,}11$ A; $U = 11$ V

Pentru cazul cînd $r = 50\ \Omega$

$R = 5\ \Omega \rightarrow I = \frac{12}{50+5} = 0{,}22$ A; $U = 1{,}1$ V

$$R = 10\,\Omega \rightarrow I = \frac{12}{60} = 0{,}2\ \text{A};\ U = 2\ \text{V}$$

$$R = 20\,\Omega \rightarrow I = \frac{12}{70} = 0{,}171;\ U = 3{,}42\ \text{V}$$

$$R = 50\,\Omega \rightarrow I = \frac{12}{100} = 0{,}12\ \text{A};\ U = 6\ \text{V}$$

$$R = 100\,\Omega \rightarrow I = \frac{12}{150} = 0{,}08\ \text{A};\ U = 8\ \text{V}$$

Înainte de a interpreta aceste rezultate, să le reprezentăm grafic în planul $U - I$, luînd ca parametru valoarea r, (fig. 4). De exemplu, curba cazului $r = 2\ \Omega$, pentru $R = 5\ \Omega$ se trece pe grafic valoarea lui $I = 1{,}7$ A și valoarea corespunzătoare pentru tensiune, adică $U = 3{,}5$ V. Se trece apoi la următorul punct, adică pentru $R = 10\ \Omega$ și se trec pe grafic valorile $U = 10$ V și $I = 1$ A și așa mai departe.

Examinînd acest grafic și implicit și tabelele pe baza cărora au fost ridicate, remarcăm de la bun început curba

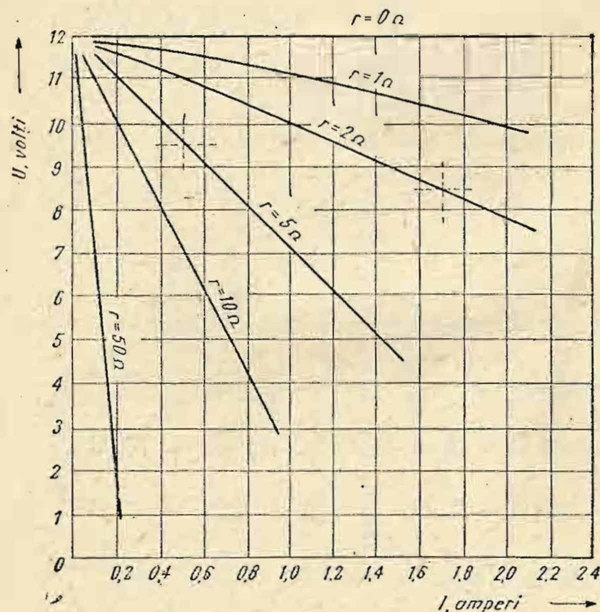


Fig. 4 — Graficul U-I cu parametrul „r".

pentru $r = 0$; pentru acest caz se observă că deși curentul din circuit variază de la 0,12 A pînă la 2,4 A tensiunea de la borne U se menține constantă la valoarea inițială de 12 V. Acest caz reprezintă bineînțeles un caz teoretic, deoarece practic nu există pînă în prezent o sursă avînd rezistența nulă. Exemplul este însă bun pentru că indică ce cale trebuie urmată pentru a obține o tensiune constantă la bornele unui generator și anume necesitatea realizării (obținerea) unei rezistențe interne cît mai mici.

Urmărind graficul observăm, de asemenea, că pentru realizarea unei surse care să fie cît mai stabilă, valoarea rezistenței interne trebuie să fie mult mai mică decît 1 Ω, valoarea de 1 Ω, conform graficului, nefiind satisfăcătoare.

Tendința constructorilor de surse de alimentare stabile cu tensiunea este de a reduce valoarea rezistenței interne a acestora cît mai mult, valori de 0,1 Ω fiind de mult uzuale.

Tot din grafic observăm că pe măsură ce rezistența internă crește, lipsa de stabilitate a tensiunii de ieșire crește foarte pronunțat, ajungînd ca pentru valori de la 5 Ω în sus, sursele respective să devină practic de nefolosit.

Se poate trage, așadar, concluzia că pentru a obține o sursă de energie electrică cu tensiunea constantă la borne, indiferent de valoarea curentului din circuit, este necesar ca rezistența internă a acesteia să fie aproape nulă.

O asemenea sursă cu rezistența internă aproape nulă poartă denumirea de *sursă de tensiune constantă*, sursa cu rezistența internă nulă fiind denumită sursă ideală de tensiune.

Elementele practice cu care se pot obține asemenea performanțe sînt stabilizatoarele de tensiune realizate după mai multe variante.

*

În continuare, să urmărim ce se înțelege prin *sursă de curent constant*. Revenind la graficul din figura 4 se poate remarca faptul că pe măsură ce rezistența internă r a sursei crește, curentul maxim debitat scade. Pentru a mări valoarea curentului debitat este necesar în primul rînd să mărim valoarea forței electromotoare E, deoarece conform relației determinate mai înainte, curentul I este proporțional cu mărimea E i

$$I = \frac{E}{r + R}.$$

Tot din graficul din figura 4 se mai poate observa că pentru valori din ce în ce mai mari ale lui r, dependenţa curentului I funcţie de tensiunea U este din ce în ce mai mică; valori pentru r mai mari de 50 Ω ar permite obţinerea unor drepte cît mai apropiate de verticală.

Pentru a constata mai concret comportarea schemei în cazul măririi rezistenţei interne r (deci contrar situaţiei avute pentru sursa de tensiune constantă), să întocmim cîteva tabele iar apoi un grafic (fig. 5). Pentru a pleca cu toate curbele din acelaşi punct vom mări o dată cu valoarea r şi valoarea forţei electromotoare E. Vom considera astfel pentru E valorile de 10 V, 100V şi 1 000 V; pentru r valorile de 10 Ω, 100 Ω şi 1 000 Ω iar pentru R valorile de 0 Ω, 5 Ω, 10 Ω, 50 Ω şi 100 Ω.

Pentru cazul $E = 10\ V$ şi $r = 10\ \Omega$ găsim:

Pentru:

$$R = 0\ \Omega \rightarrow I = \frac{10}{10+0} = 1\ A;\ U = 0\ V$$

$$R = 5\ \Omega \rightarrow I = \frac{10}{15} \simeq 0{,}66\ A;\ U = 0{,}66 \times 5 = 3{,}3\ V$$

$$R = 10\ \Omega \rightarrow I = \frac{10}{20} \doteq 0{,}5\ A;\ U = 0{,}5 \times 10 = 5\ V$$

$$R = 50\ \Omega \rightarrow I = \frac{10}{60} \simeq 0{,}17\ A;\ U = 0{,}17 \times 50 = 8{,}5\ V$$

$$R = 100\ \Omega \rightarrow I = \frac{10}{110} \simeq 0{,}09\ A;\ U \simeq 9\ V$$

Pentru $E = 100\ V$ şi $r = 100\ \Omega$

Pentru:

$$R = 0\ \Omega \rightarrow I = \frac{100}{100+0} = 1\ A;\ U = 0\ V$$

$$R = 5\ \Omega \rightarrow I = \frac{100}{105} \simeq 0{,}95\ A;\ U = 4{,}75\ V$$

$$R = 10\ \Omega \rightarrow I = \frac{100}{110} \simeq 0{,}91\ A;\ U = 9{,}1\ V$$

$$R = 50\ \Omega \rightarrow I = \frac{100}{150} \simeq 0{,}66\ A;\ U = 33\ V$$

$$R = 100\ \Omega \rightarrow I = \frac{100}{200} = 0{,}5\ A;\ U = 50\ V$$

Pentru $E = 1\ 000\ V$ şi $r = 1\ 000\ \Omega$

Pentru:

$$R = 0\ \Omega \rightarrow I = \frac{1\ 000}{0 + 1\ 000} = 1\ A;\ U = 0\ V$$

$$R = 5\ \Omega \rightarrow I = \frac{1\ 000}{1\ 005} = 1\ A;\ U = 5\ V$$

$$R = 10\ \Omega \rightarrow I = \frac{1\ 000}{1\ 010} \simeq 1\ A;\ U = 10\ V$$

$$R = 50\ \Omega \rightarrow I = \frac{1\ 000}{1\ 050} \simeq 0{,}95\ A;\ U = 47{,}5\ V$$

$$R = 100\ \Omega \rightarrow I = \frac{1\ 000}{1\ 100} = 0{,}9\ A;\ U = 90\ V$$

Pentru cazul cînd $E \rightarrow \infty$ şi $r \rightarrow \infty$ se obţine o dreaptă verticală.

Reţinînd că s-a considerat pentru fiecare caz valoarea de curent de scurtcircuit (cînd $R = 0$), valoarea de 1 amper, graficul este cel din figura 5.

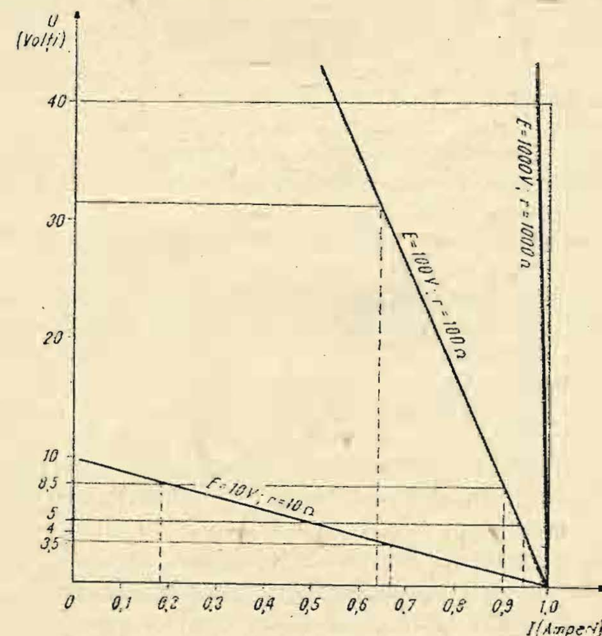


Fig. 5 — Graficul U-I pentru sursa de curent constant.

Din analiza acestui grafic se constată că pe măsură ce mărimile E și r cresc, se ajunge la situația cînd indiferent de tensiunea de la borne, curentul debitat are aceeași valoare. Cazul ideal apare atunci cînd atît E cît și r tind către infinit. Pentru situația practică, cum ar fi dreapta $E = 1\,000$ V și $r = 1\,000\ \Omega$ se observă că și aceasta are o verticalitate foarte pronunțată. Această independență a curentului debitat față de tensiunea de la borne, respectiv față de mărimea rezistenței de sarcină, caracterizează ceea ce numim sursă de curent constant.

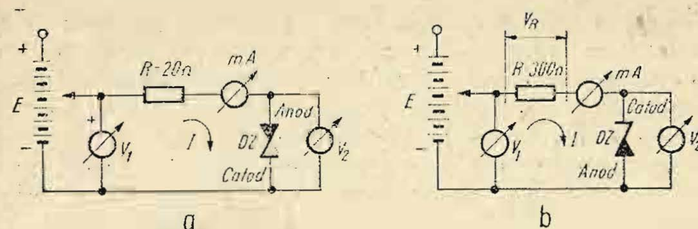
Ca definiție deci o *sursă de curent constant* este acea sursă la care curentul de ieșire se menține constant și este indiferent de modificarea rezistenței din circuitul exterior (de sarcină) respectiv față de tensiunea de la borne.

Trebuie să reținem faptul că o sursă de curent constant are o rezistență internă foarte mare. Ca surse de curent constant pot fi amintite: baretorul, pentoda, tranzistoarele cu efect de cîmp, precum și o serie de montaje în general tranzistorizate.

Dioda Zener

O diodă Zener este asemănătoare constructiv cu orice diodă cu joncțiune p—n, ea făcînd parte din familia diodelor semiconductoare cu siliciu.

Asemenea diodelor semiconductoare obișnuite și dioda Zener prezintă într-un sens (sens de conducție) o rezistență mică. În celălalt sens însă, pînă la o anumită valoare, prezintă o rezistență mare (sens de blocare); depășind această valoare, efectul de blocare dispare, curentul prin ea crește brusc, lăsînd impresia că dioda s-a străpuns. În realitate este vorba de apariția fenomenului de conducție inversă, de conducție în avalanșă, fenomen care se datorește desprinderii electronilor din rețeaua cristalină sub acțiunea cîmpurilor electrice mari. Pentru a înțelege cît mai bine funcționarea diode Zener să-i prezentăm caracteristica $I = f(U)$, adică variația curentului prin diodă funcție de tensiunea aplicată; pentru aceasta să folosim o diodă de fabricație românească de tipul PL11Z. Vom apela la două montaje: unul cu ajutorul căruia vom ridica caracteristica în sensul de conducție (fig. 6, a), iar celălalt pentru ridicarea caracteristicii Zener (fig. 6, b). În primul caz dioda Zener este polarizată direct, adică plusul sursei de alimentare stă conectat la anodul diodei, iar minusul la catodul diodei.



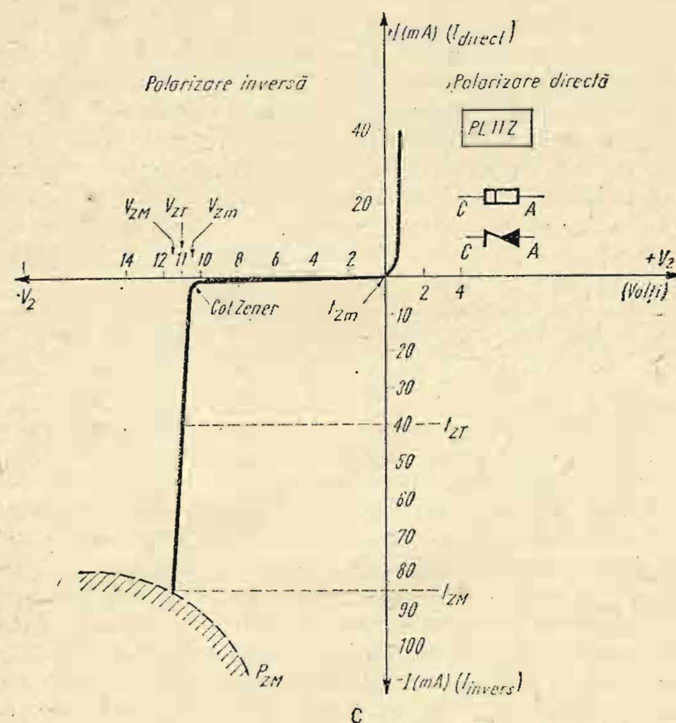


Fig. 6 — Caracteristica diodei Zener.

Tensiunea culeasă de la o sursă reglabilă de tensiune va fi controlată cu voltmetrul de c.c. V_1. Rezistorul R, montat în serie, este denumit rezistor de balast și are rolul de a limita curentul, respectiv tensiunea aplicată diodei, precum și acela de a prelua variațiile de tensiune din circuit. Cu ajutorul miliampermetrului mA se măsoară valoarea curentului prin diodă, iar cu V_2 se măsoară tensiunea ce apare la bornele acesteia.

Pentru ridicarea caracteristicii $I = f(U)$ în sens de conducție vom proceda astfel: se cuplează sursa E care poate fi și un alimentator stabilizat și se mărește lent valoarea acesteia pînă cînd mA începe să indice existența curentului, moment în care se citește și tensiunea indicată de V_2. De exemplu, pentru un curent de 10 microamperi vom citi o tensiune de 0,5 V. Procedînd la fel în continuare se întocmește un tabel $U—I$ (tabelul 4).

Tabelul 4

(sens de conducție)

V_2	0,5 V	0,6 V	0,62 V	0,65 V	0,7 V	0,72 V	0,75 V	0,77 V
I	10 µA	250 µA	700 µA	1,3 mA	4,5 mA	10 mA	28 mA	42 mA

Cu aceste valori, într-un plan $U—I$ (fig. 6 c) se trasează caracteristica sensului de conducție, care, după cum se observă, este analoagă cu a diodelor obișnuite, motiv care permite ca în anumite limite de tensiune dioda Zener să fie folosită și ca diodă redresoare. Trecînd la montajul din figura 6, b — cu dioda montată invers — se ridică curba $I = f(U)$ pentru sensul de blocare. Vom constata că pentru tensiuni pînă la 10 V curentul prin circuit este foarte mic (tabelul 5). Depășind tensiunea de 10 V, curentul începe să crească pronunțat și deși tensiunea preluată de la sursă crește, tensiunea de la bornele diodei se menține aproape constantă. Cu valorile obținute în tabelul 5 se trasează, în același plan din figura 6, c, caracteristica în sensul de blocare. Constatăm că imediat după depășirea tensiunii de 10,5 V curentul prin diodă începe să crească. Trecerea de la zona de curent invers foarte mic la saltul de curent se face destul de brusc, zona aceasta de trecere avînd un cot (cot Zener).

Tabelul 5

(sens de blocare)

V_1 [V]	V_2 [V]	I
2	2	2 µA
5	5	2 µA
8	8	3 µA
10	10	9 µA
10,55	10,4	0,5 mA
10,8	10,5	1 mA
11,5	10,6	3 mA
12,2	10,7	5 mA
13,8	10,8	10 mA
15,4	10,9	15 mA
16,9	10,9	20 mA
19,95	10,95	30 mA
23	11	40 mA
26,2	11,2	50 mA
29,4	11,4	60 mA
37,1	11,6	85 mA

Tensiunea inversă de la care dioda începe să prezinte fenomenul de avalanșă se numește tensiunea Zener minimă și se notează deobicei cu V_{Zm}, iar tensiunea maximă care corespunde curentului maxim admis prin diodă se numește tensiune Zener maximă și se notează cu V_{ZM}. Între aceste extreme — care de fapt valoric sînt foarte apropiate — se află punctul de centru, numit tensiune Zener nominală, sau de referință și se notează cu V_{ZN} sau V_{ZT}. (Pentru exemplul de față $V_{Zm} = 10{,}4$ V; $V_{ZM} = 11{,}6$ V; $V_{ZT} = 11$ V.)

Pentru fiecare din aceste tensiuni corespunde o valoare de curent prin diodă notat cu I_{Zm}, I_{ZM} și I_{ZN}. Valoarea V_{ZN} reprezintă parametrul care caracterizează de fapt dioda Zener, el indicînd valoarea centrală a tensiunii pe care dioda Zener o stabilizează la bornele sale. Acest parametru este inclus, de regulă, în notarea diodelor respective, cum întîlnim la seriile DZ, PL și altele. Astfel, dioda 3DZ8 arată că este vorba de o tensiune Zener de 8 V, cifra 3 indicînd puterea disipată, iar dioda Zener PL6V8, stabilizează la o tensiune de 6,8 V.

Datorită procesului tehnologic, parametrul V_{ZN} nu poate fi obținut constant, la o valoare strictă, ci cu abateri mic în plus și în minus. De regulă se lucrează cu toleranțe de 5%... 10% față de tensiunea nominală, limite ce sînt date în cataloage.

Practic se constată că tensiunea de referință V_{ZT} se modifică odată cu modificarea temperaturii joncțiunii respective.

Această diferență a tensiunii Zener față de V_{ZN} o dată cu variația temperaturii este prezentată în cataloage sub forma unui coeficient α_{VZT} exprimat în mV/°C, coeficient care poate fi negativ sau pozitiv și care arată variația relativă a tensiunii Zener pentru o variație de 1°C a temperaturii.

În practică, diodele care au V_{ZT} mai mic de 5 V, au coeficient de temperatură negativ, diodele cu tensiune de referință peste 7 V au coeficient pozitiv, iar cele cu tensiuni în jur de 6 V au coeficient aproape nul. Pentru acest motiv, acolo unde se lucrează cu variații mari ale temperaturii se folosesc diode cu $V_{ZT} = 5{,}6 \div 6$ V. (În cataloage tensiunea V_{ZT} se dă pentru temperatura de + 25°C).

Spre exemplificare, dacă lucrăm cu o diodă Zener cu $V_{ZT} = 9$ V la + 25°C și cu $\alpha_{VZT} = +6$ mV/°C la creșterea temperaturii de lucru la + 55°C, adică pentru o variație de 30°, aceasta va avea o tensiune Zener modificată la valoarea: $V_{ZT} = V_{ZT} + 6 \cdot 10^{-3} \times 30 = 9 + 0{,}18 = 9{,}18$ V.

Un alt parametru al diodei Zener este rezistența dinamică, numită și rezistență diferențială (R'_{ZT}). Prin definiție, R_{ZT} reprezintă raportul dintre o variație foarte mică ΔV_Z a tensiunii Zener și variația corespunzătoare ΔI_Z a curentului Zener, adică

$$R_{ZT} = \frac{\Delta V_Z}{\Delta I_Z}$$

Valoarea medie a acestei rezistențe dinamice este, de regulă, cuprinsă între cîțiva ohmi și cîțiva zeci de ohmi. De dorit este ca R_{ZT} să se apropie de zero, deoarece în acest caz porțiunea de avalanșă a caracteristicii ar fi aproape verticală, iar stabilizarea ar fi ideală; pentru acest motiv, în practică se vor folosi diode Zener cu rezistență dinamică cît mai mică.

Pentru faptul că o diodă Zener păstrează la bornele ei o tensiune aproape constantă, în electronică ea este folosită foarte intens ca element stabilizator de tensiune.

Să urmărim în continuare cum este folosită o asemenea diodă ca stabilizator de tensiune.

Revenind la schema din figura 6,b, observăm că în circuit pot fi distinse trei tensiuni: o tensiune V_1 preluată de la sursa de alimentare a montajului; o tensiune V_R care apare la bornele rezistenței de balast R și o tensiune V_2 care este tensiunea de la bornele diodei Zener. Între aceste tensiuni există relația:

$$V_1 = V_R + V_2.$$

Pînă în momentul apariției fenomenului de avalanșă aceste tensiuni nu ne interesează din punct de vedere practic. Apariția curentului de avalanșă duce la apariția tensiunii V_{ZT} care se menține cu mici variații constantă, deși tensiunea V_1 se modifică.

Din relația de mai înainte, se observă că dacă V_1 se modifică, iar V_2 se menține constant rezultă că surplusul de tensiune este preluat de V_R, adică de rezistorul de balast; trebuie să reținem deci că R are rolul de a prelua variațiile sursei E, căderea de tensiune la bornele lui fiind proporțională cu intensitatea curentului ce-l străbate.

Pentru concretizare să apelăm la un exemplu, folosind în acest scop datele din tabelul 5.

Plecăm din punctul în care $V_{ZT} = 11$ V și $I_{ZT} = 40$ mA. Se observă că I care străbate dioda trece și prin rezistorul de balast care în schema dată, are o valoare de 300 Ω.

Tensiunea care apare la bornele lui R ca urmare a trecerii curentului $I_{ZT} = 40$ mA este de:

$$V_R = I_{ZT} \times R = 40\ 10^{-3} \times 300 = 12\ \text{V}.$$

Observăm că relația determinată mai înainte și anume $V_1 = V_{ZT} + V_R$ este respectată deoarece $V_1 = 23$ V, $V_{ZT} = 11$ V și $V_R = 12$ V.

Cînd V_1 crește cu 3,2 V, adică $V_1' = 26{,}2$ V, constatăm că I_{ZT} crește de la 40 mA la 50 mA, iar V_{ZT} capătă valoarea de 11,2 V. Calculînd căderea de tensiune pe R pentru noua situație vom constata că:

$$V_R' = R \times I_{ZT} = 300 \times 50 \times 10^{-3} = 15\ \text{V}$$

și de data aceasta fiind respectată relația $V_1 = V_{ZT} + V_R$.

La micșorarea tensiunii V_1 procesul are loc în același fel, de data aceasta căderea de tensiune pe R micșorîndu-se corespunzător. Pentru a fi folosită, tensiunea stabilizată care apare la bornele unei diode Zener, este practic culeasă chiar de la bornele acesteia.

Curentul I debitat de sursa E după ce străbate rezistorul de balast R se bifurcă, trecînd o parte prin dioda Zener (I_Z), iar altă parte prin rezistența de sarcină aflată în derivație pe diodă (I_S), astfel ca $I = I_Z + I_S$, ceea ce înseamnă că atunci cînd apare acest I_S, curentul I_Z din diodă se micșorează cu aceeași valoare. De aici rezultă că I_S nu poate avea orice valoare, deoarece prin creșterea tensiunii de balast, tensiunea aplicată diodei Zener ar scade sub pragul de avalanșă. În practică se recomandă

$$I_S \leqslant \frac{1}{3}(I_{ZT}).$$

Pentru calculul unei scheme de stabilizare a diodei Zener sînt necesare următoarele elemente:

— valoarea tensiunii stabilizate (V_{ZT})
— mărimea rezistenței de sarcină (R_S)

Cu aceste date cunoscute, celelalte elemente se calculează astfel:

1) Tensiunea continuă a sursei de alimentare va trebui să aibă valoarea:

$$V_1 \simeq 1{,}6\ V_{ZT}$$

respectiv: $V_{1max} = 2\ V_{ZM}$ și $V_{1min} = 1{,}2\ V_{Zm}$.

2) Curentul pe care sursa de alimentare va trebui să-l asigure este dat de relația:

$$I_a = 1{,}5\ (I_{ZM} + I_s).$$

Curentul de stabilizare al diodei va trebui să fie:

$$I_{ZT} \geqslant 3I_s,\ \text{iar}\ I_{ZM} = 2\ I_{ZT}.$$

3) Rezistorul de balast R se calculează cu relația:

$$R = \left(\frac{V_{1max} - V_{ZT}}{I_s + I_{ZM}}\right),$$

unde V_{1max} reprezintă valoarea maximă a tensiunii ce apare la bornele sursei de alimentare (nestabilizată).

În cazurile în care I_s variază de la zero la o valoare maximă, adică atunci cînd rezistența de sarcină se modifică este recomandată relația:

$$R = \left(\frac{V_{1\ max} - V_{ZT}}{I_{ZM}}\right).$$

4) Valorile maxime și minime ale curentului prin dioda Zener este dat de:

$$I_{ZM} = \left(\frac{V_{1\ max} - V_{ZT}}{R} - I_s\right) \text{ și } I_{Zm} = \left(\frac{V_{1\ min} - V_{ZT}}{R} - I_s\right)$$

5) Puterea maximă disipată pe dioda Zener este:

$$P_{max} = V_{ZT}\ (I_{ZM}) = V_{ZT}\left(\frac{V_{1M} - V_{ZT}}{R} - I_s\right).$$

Să presupunem că avem de alimentat un montaj care necesită o tensiune continuă de 5 V și care prezintă o rezistență de sarcină de 500 Ω, de la o sursă de alimentare nestabilizată de 12 V ± 20% ($V_{1\ max} = 14{,}4$ V și $V_{1\ min} = 9{,}6$ V). Efectuînd calcule simple găsim:

Curentul prin sarcină:

$$I_s = \frac{V_{ZT}}{R_S} = \frac{5}{500} = 10 \times 10^{-3}\text{A}$$

Curentul prin dioda Zener:

$I_{ZT} \geqslant 3 I_s = 3 \times 10 \times 10^{-3}$ A = 30 mA și $I_{ZM} = 60$ mA.

Se alege dioda Zener de tipul PL5V1Z, care are $V_{ZT} = 5,1$ V.

Rezistorul de balast va avea valoarea:

$$R = \frac{14,4 - 5,1}{10 \times 10^{-3} + 60 \times 10^{-3}} = \frac{9,3}{70 \times 10^{-3}} = 133\ \Omega.$$

Valoarea maximă a curentului prin diodă va fi:

$$I_{ZM} = \left(\frac{14,4 - 5,1}{133} - 10 \times 10^{-3}\right) = 60\ \text{mA},$$

iar valoarea minimă a curentului prin diodă:

$$I_{Zm} = \left(\frac{9,6 - 5,1}{133} - 10 \times 10^{-3}\right) = 25\ \text{mA}.$$

Puterea disipată pe diodă:

$$P_{max} = 5,1 \times 60 \times 10^{-3} = 0,306\ \text{W}.$$

Rezultă că dioda aleasă va suporta solicitarea la care va fi supusă, ca făcînd parte din categoria diodelor cu $P_{max} = 1$ W.

Cînd este necesar să fie stabilizată o tensiune de valoare mai ridicată și nu dispunem de o diodă care să lucreze la această tensiune, atunci se pot monta două sau mai multe diode în serie, așa fel ca suma tensiunilor V_{ZT} să corespundă cu valoarea tensiunii ce trebuie stabilizată. Curentul admis prin lanțul de diode va fi dat de dioda care are I_{ZM} cel mai mic. Rezistența dinamică a grupului serie va fi egală cu suma rezistențelor dinamice individuale.

Practica a arătat că prin dispunerea în serie a diodelor Zener se obține atît o îmbunătățire a influenței temperaturii asupra parametrilor schemei, cît și o micșorare a rezistenței dinamice față de folosirea unei singure diode cu V_{ZT} mare. Astfel, trei diode de tip PL6V2Z, avînd fiecare o rezistență dinamică de 2 Ω, montate în serie pentru a asigura o tensiune stabilizată de 18 V, vor prezenta o rezistență dinamică totală de 6 Ω față de o diodă de tipul PL18Z care stabilizează singură o tensiune de 18 V, dar care are o rezistență dinamică de 15 Ω.

Eficacitatea stabilizării unei tensiuni este evidențiată prin *factorul de eficiență*, definit ca raport dintre variația tensiunii de ieșire și variația tensiunii de intrare.

Dacă stabilizarea dată de o diodă nu este suficientă, atunci se utilizează conectarea în cascadă a două sau mai multe stabilizatoare, așa cum se arată în figura 7, unde bornele diodei primului etaj constituie intrarea pentru etajul al doilea.

În cazul acestui montaj se impune ca:

$V_{ZT_1} > V_{ZT_2}$, iar curenții trebuie să satisfacă condiția:

$$I_1 > I_2 > I_S.$$

Invers, cînd dorim să obținem o tensiune stabilizată de valoare mică, putem apela la un montaj constînd din două diode Zener cu valori V_{ZT} apropiate, culegerea semnalului făcîndu-se diferențial. Valoarea tensiunii obținute este egală cu diferența dintre tensiunile V_{ZT} ale celor două diode.

O asemenea schemă cuprinde două montaje ca cel din figura 6 b conectate în derivație la aceeași sursă.

Tensiunea stabilizată se culege între catozii celor două diode Zener, polaritatea pozitivă corespunzînd diodei cu tensiunea cea mai mare.

Tot pentru obținerea de tensiuni stabilizate mici se pot folosi și diode cu germaniu sau siliciu obișnuite, polarizate direct. Schema de lucru este aceeași ca și pentru diodele Zener, dar cu condiția ca ele să fie montate în sensul de conducție. Cu diode obișnuite, avînd joncțiunea p—n din germaniu, se obțin tensiuni de stabilizare în jur de 0,3 V, iar pentru cele realizate din siliciu în jurul lui 0,7 V.

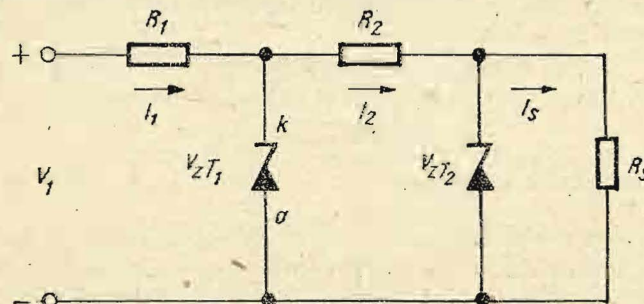


Fig. 7 — Conectarea în cascadă a diodelor Zener.

Pentru a determina V_{ZT} la o diodă cu marcajul șters sau de tip necunoscut, se va apela la un montaj ca cel din figura 6,b cu ajutorul căruia se va trasa caracteristica $I = f(U)$. De asemenea, pentru a verifica o diodă Zener, se va apela la un montaj de același tip.

Caracteristica prezentată de dioda Zener poate fi simulată cu ajutorul unui montaj tranzistorizat destul de simplu (fig. 8). La o asemenea soluție se va apela atunci cînd nu dispunem de o diodă Zener sau cînd dorim să beneficiem de o stabilizare reglabilă. Schema cuprinde două tranzistoare complementare în montaj de amplificare în curent continuu. Tensiunea redresată se cuplează la bornele A—B, iar tensiunea stabilizată se culege la bornele C — D.

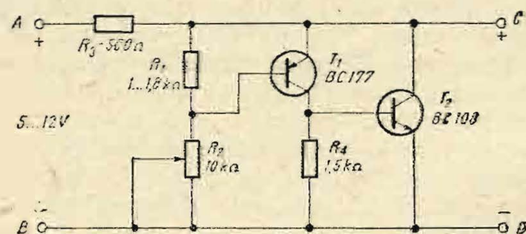


Fig. 8. — Montaj Zener simulat.

Tensiunea stabilizată se poate regla cu ajutorul unui potențiometru, valoarea tensiunii obținute la bornele C — D fiind determinată de relația:

$$U_{stab} \simeq 0,5\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right).$$

Pentru valorile specificate în figura 8, montajul permite obținerea de tensiuni stabilizate între 1 ... 8 V, la un curent de sarcină de 200 mA, rezistența internă prezentată fiind în jur de 1 Ω.

Alimentator stabilizat

În experimentările sale, electronistul are nevoie aproape permanent de diferite tensiuni continue — în general de mică valoare —, care să fie capabile să debiteze curenți de diferite intensități. Uneori se apelează la surse chimice, ca baterii

sau acumulatoare, însă acestea prezintă dezavantajul că nu-și păstrează, în timp, constantă tensiunea la borne, fie datorită autodescărcării, fie consumării propriu-zise. Totodată, ele au tensiuni fixe, pentru obținerea anumitor valori mai mari fiind necesară înserierea mai multor elemente.

În practica curentă se apelează însă la așa-numitele surse de tensiune sau alimentatoare, dispozitive care transformă tensiunea alternativă preluată de la rețea în tensiuni continue reglabile după dorință. Schemele unor asemenea alimentatoare pot fi mai simple sau mai complicate, funcție de pretențiile care se impun acestora sau funcție de destinația ce li se dă.

În cele ce urmează propunem spre realizare un alimentator stabilizat, care în principiu transformă tensiunea alternativă a rețelei de 220 V și 50 Hz într-o tensiune continuă reglabilă între 1,35 V pînă la 35 V, pentru un curent de sarcină de maximum 2 A și pînă la 40 V pentru un curent de sarcină de maximum 1 A. Tensiunea debitată la ieșirea alimentatorului este stabilă atît față de variațiile rețelei, cît și față de variațiile curentului (rezistenței) de sarcină, alimentatorul autoprotejîndu-se la scurtcircuite sau la suprasarcini.

Schema realizată cu componente electronice are o structură clasică și este compusă din următoarele etaje: 1 — etajul redresor; 2 — etajul stabilizator de tensiune; 3 — etajul de autoprotecție.

Parametrii electrici caracteristici (de catalog) ai blocului propus spre realizare sînt următorii:

— Tensiunea de alimentare de la rețea: 220V/50 Hz;

— Variațiile admise ale tensiunii de rețea pentru care alimentatorul funcționează normal: minim 180 V; maxim 245 V;

— Consumul de curent în gol de la rețea: 0,16 A;

— Consumul de curent de la rețea cînd alimentatorul debitează 35 V cu 2 A este 0,45 A;

— Tensiunea continuă minimă la bornele de ieșire: 1,35 V ($U_{e\ min}$);

— Tensiunea continuă maximă la bornele de ieșire: 40 V ($U_{e\ max}$);

— Felul reglajului tensiunii între $U_{e\ min}$ și $U_{e\ max}$: reglaj fin și continuu (manual);

Curentul maxim (I_e) debitat de alimentator: 2 amperi pentru intervalul 1,35 V—35 V și 1 amper pentru intervalul 35 V—40 V;

— Coeficientul de stabilizare $S = 40$;

— Rezistența internă = 0,3 Ω;

— Tensiunea de pulsație (pentru $U_e = 30$ V și $I_e = 2$ A) este de 1 mV;

— Randamentul alimentatorului: 70%;

— Timpul de intrare în funcțiune a autoprotecției: instantaneu.

Toate aceste date pot fi ușor măsurate de realizatorul unui astfel de alimentator, folosind un aparat de măsură obișnuit.

Schema bloc a alimentatorului stabilizat este arătată în figura 9. Etajul redresor din această schemă bloc are rolul de a transforma tensiunea rețelei de 220 V în tensiune de 32 V, de a o redresa și apoi de a o filtra așa fel ca la ieșirea din acest etaj să obținem o tensiune continuă de circa 45 V. În compunerea acestui etaj intră un transformator de rețea dimensionat pentru o putere de minimum 100 W, o punte redresoare și un condensator de filtraj. De reținut că variațiile tensiunii rețelei de 220 V se transmit și se resimt în tensiunea de 45 V obținută la ieșirea etajului redresor.

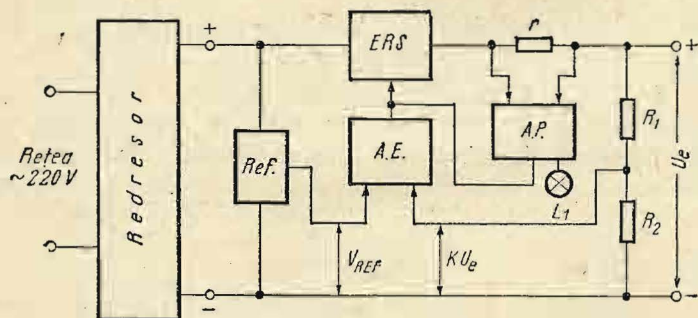


Fig. 9. — Schema bloc a alimentatorului stabilizat.

În continuare această tensiune redresată este introdusă în etajul stabilizator de tensiune care are rolul de a menține constantă tensiunea U_e debitată la ieșirea alimentatorului, în raport cu variațiile tensiunii rețelei, ale rezistenței de sarcină, respectiv ale curentului de sarcină și al altor factori perturbatori.

Această schemă face parte din grupa stabilizatoarelor liniare cu reacție, cu reglaj tip serie.

În compunerea stabilizatorului de tensiune intră următoarele:

Sursa de referință REF care furnizează o tensiune de referință V_{REF}, avînd o bună stabilitate în timp, față de variația tensiunii de intrare, a temperaturii de lucru, etc. Ea este caracterizată de asemenea și printr-un nivel redus de zgomot.

Amplificatorul de eroare AE are rolul de a compara tensiunea de referință V_{REF} cu o parte din tensiunea de ieșire (culeasă de la divizorul $R_1 - R_2$) și a acționa asupra elementului regulator serie *ERS*.

În urma comparării tensiunii de referință V_{REF} cu o parte KU_e din tensiunea de ieșire rezultă așa-numitul semnal de eroare $\varepsilon = KU_e - V_{REF}$, care după ce este amplificat, comandă elementul regulator serie.

Elementul regulator serie ERS cu rolul:

— de a menține tensiunea de ieșire sub controlul amplificatorului de eroare;

— de a furniza curent către consumator;

— de a bloca curentul de ieșire atunci cînd intră în funcțiune etajul de autoprotecție;

— de a micșora rezistența internă a alimentatorului.

Etajul de autoprotecție cuprinde un amplificator de protecție (*AP*) care preia o tensiune de control de la bornele rezistenței *r* și după o amplificare o aplică ca tensiune de blocaj la *ERS*.

Totodată intrarea în funcțiune a etajului de protecție este semnalată de beculețul L_1.

Schema de principiu a alimentatorului stabilizat este dată în figura 10.

Urmărind schema se poate constata că tensiunea rețelei de 220 V pătrunde în primarul transformatorului de rețea *Tr. 1* printr-o siguranță de 1 A și un întrerupător basculant. Secundarul transformatorului *Tr. 1* cuprinde două înfășurări: prima care trebuie să asigure o tensiune de 32 V și un curent de 4 A și o a doua înfășurare care asigură o tensiune

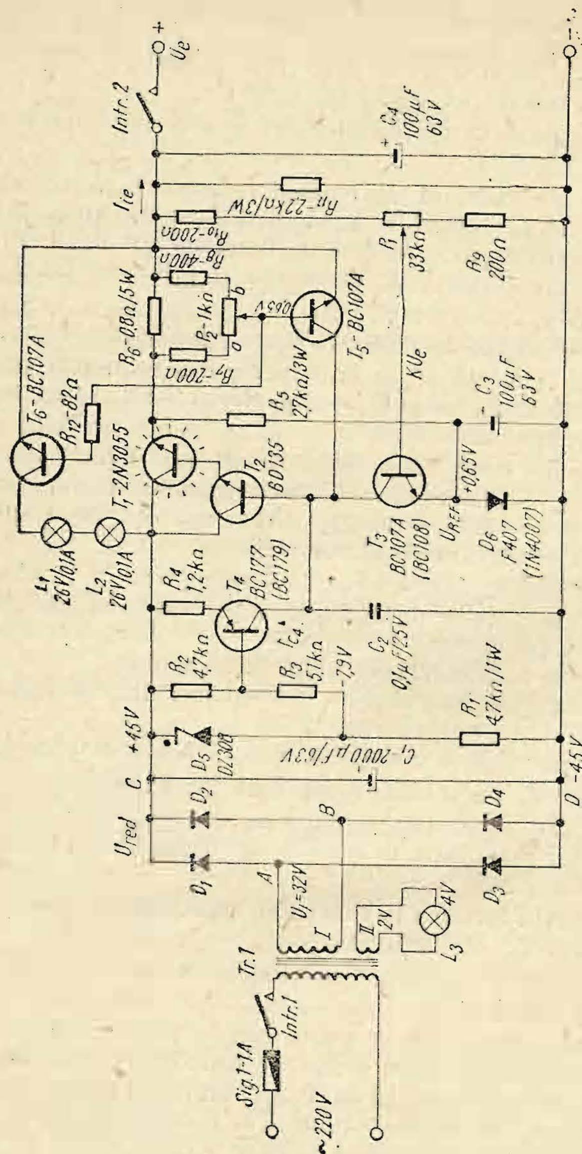


Fig. 10 — Schema de principiu a alimentatorului stabilizat.

de 2 V şi un curent de 0,5 A, tensiune folosită pentru aprinderea becului de panou.

Înfăşurarea ce asigură tensiunea de 32 V se cuplează la braţul $A - B$ al punţii redresoare formată din diodele $D_1 - D_4$.

Aceste diode pot fi de tipul 6SI2, 10SI2; SI10-1; RA-120, etc. Din braţul $C - D$ al punţii se culege tensiunea redresată care este cu $\sqrt{2}$ mai mare decît tensiunea alternativă din secundar, adică $U_{red} = U_I \times \sqrt{2} = 45$ V.

Plusul tensiunii redresate se va culege în punctul C, iar minusul în punctul D. Filtrarea respectiv umplerea golurilor dintre cele 100 de semialternanţe pe secundă se face cu ajutorul capacitorului C_1 avînd o capacitate minimă de 2 000 µF şi o tensiune de lucru de minim 50 V. În cazul cînd nu se poate procura o valoare atît de mare, se vor cupla în paralel mai multe capacitoare mai mici. În continuare tensiunea de 45 V pătrunde în stabilizatorul de tensiune, aplicîndu-se etajelor acestuia, dintre care întîi ne interesează sursa de referinţă. Aceasta este compusă din grupul $D_6 - R_5 - C_3$. S-a folosit ca element de referinţă o diodă cu siliciu tip F-407 conectată în sens de conducţie în scopul de a obţine ca tensiune minimă ($U_{e\ min}$) la ieşire o valoare cît mai mică, deoarece aceasta este dată de relaţia:

$$U_{e\ min} = U_{REF} + U_{BE},$$

unde U_{BE} reprezintă tensiunea bază-emitor a tranzistorului T_3. Urmărind schema se observă că dioda D_6 este conectată între plus şi minus prin intermediul lui R_5 şi avînd catodul către borna minus, capacitorul C_3 jucînd rol de element de filtraj. Prin aducerea diodei în zona de conducţie directă la bornele acestuia vom găsi în permanenţă o tensiune de 0,65 V. La această tensiune, numită şi tensiune de referinţă U_{REF} este menţinut emitorul lui T_3, care constituie amplificatorul de eroare.

Prin intermediul divizorului $R_9 - R_{10} - P_1$ o parte (KU_e) din tensiunea de ieşire U_e este condusă prin cursorul potenţiometrului P_1 la baza amplificatorului de eroare T_3. Aici tensiunea KU_e este comparată cu tensiunea V_{REF} aplicată pe emitor, din diferenţa lor rezultînd un aşa-numit semnal de eroare ε, adică:

$$\varepsilon = KU_e - V_{REF}$$

Mărimea ε care reprezintă de fapt tensiunea măsurată între emitorul și baza lui T_3, adică V_{BE} este o tensiune continuă. Din relația lui ε se poate separa valoarea U_e căpătîndu-se relația:

$$U_e = \frac{1}{K}(V_{REF} + \varepsilon) = \frac{1}{K}(V_{REF} + V_{BE(T3)}).$$

Deoarece mărimea K reprezintă o parte din tensiunea U_e și cum elementul cu ajutorul căruia se culege această tensiune este divizorul potențiometric $R_1 - P_1 - R_2$ se poate materializa această valoare K judecînd în felul următor: Notăm rezistența dintre borna $+U_e$ și cursorul lui P_1 (adică R_{10} înseriat cu rezistența ce revine porțiunii din potențiometru) cu r_1 și cu r_2, rezistența de la cursorul lui P_1 pînă la borna $-U_e$ (adică R_9 însumat cu cealaltă porțiune din potențiometru). Curentul care străbate cele două rezistoare r_1 și r_2 va fi:

$$i_d = \frac{U_e}{r_1 + r_2}$$

Tensiunea aplicată la baza lui T_3, deci tensiunea preluată dintre cursorul lui P_1 și $-U_e$ este tensiunea de la bornele lui r_2 și are valoarea:

$$U_{r_2} = i_d \times r_2$$

sau

$$U_{r_2} = \frac{U_e}{r_1 + r_2} \times r_2.$$

Cum această tensiune aplicată la borna lui T_3 am notat-o mai înainte cu expresia KU_e se poate scrie egalitatea:

$$KU_e = U_{r_2} \text{ sau}$$

$$KU_e = U_e\left(\frac{r_2}{r_1 + r_2}\right);$$

de aici rezultă:

$$K = \frac{r_2}{r_1 + r_2}.$$

Revenind la expresia lui U_e de mai înainte și introducîndu-l pe K cu valoarea găsită obținem:

$$U_e = (V_{REF} + V_{BE})\frac{r_1 + r_2}{r_2}.$$

Această expresie ne arată că modificarea mărimii r_2 respectiv deplasarea cursorului lui P_1 conduce la obținerea la bornele de ieșire a diferite mărimi pentru U_e.

Valoarea minimă pentru U_e se obține atunci cînd $r_1 = 0$, adică atunci cînd cursorul potențiometrului se află spre borna $+U_s$.

În această situație:

$$U_{e\,min} = (V_{REF} + V_{BE}).$$

Cum în cazul nostru $V_{REF} = 0{,}65$ V, iar V_{BE} are o valoare medie de 0,7 V rezultă:

$$U_{e\,min} = 0{,}65 + 0{,}7 = 1{,}35 \text{ V}.$$

Valoarea maximă pentru U_e se obține cînd $r_2 \to 0$, însă valoarea $U_{e\,max}$ nu poate depăși valoarea tensiunii redresată U_{red}.

Curentul de colector al tranzistorului T_3, care este comandat de mărimea ε, comandă la rîndul lui tranzistorul T_2, iar acesta mai departe comandă pe T_1 cu care se află conectat în montaj Darlington. Din schema de principiu se observă că tranzistorul T_1 care este elementul regulator serie, nu asigură trecerea curentului de ieșire (de colector) I_{ie} decît dacă i se furnizează bazei un curent:

$$I_{B_1} \geq \frac{I_{ie}}{h_{21E}},$$

h_{21E} fiind factorul de amplificare în curent al tranzistorului T_1.

Curentul I_{B_1} este furnizat la rîndul lui de tranzistorul T_2 care este un tranzistor de medie putere. Mărirea sau micșorarea tensiunii de ieșire U_e se obține datorită tranzistorului regulator T_1 care lucrează ca o adevărată rezistență înseriată în brațul barei plus, între ieșirea din redresor și borna de ieșire $+U_e$. Astfel dacă această rezistență are o valoare mare, ceea ce corespunde situației cînd T_1 este adus prin polarizarea bazei în apropierea zonei de blocare atunci tensiunea de ieșire va fi mică, restul de tensiune căzînd pe tranzistorul T_1; din contră cînd T_1 este deschis (curent de bază mare), atunci tensiunea de ieșire U_e este mare pe tranzistorul T_1, căzînd o tensiune mică.

Procesul de stabilizare a tensiunii de ieșire, față de diferiți factori destabilizatori are loc astfel:

Să presupunem că există tendința de creștere a tensiunii de ieșire U_e. Această tendință de creștere se va resimți și la baza tranzistorului T_3, ceea ce se traduce printr-o creștere a tensiunii de eroare ε. Datorită creșterii tensiunii de bază, curentul de colector al tranzistorului va crește, creștere ce are loc în detrimentul curentului de bază a lui T_2. Micșorarea curentului de bază al lui T_2 conduce și la micșorarea curentului de colector și implicit și a curentului de bază a tranzistorului regulator T_1. Efectul micșorării curentului de bază al lui T_1 este creșterea rezistenței interne proprii, ceea ce conduce la creșterea tensiunii între emitorul și colectorul tranzistorului regulator și ca efect imediat revenirea tensiunii de ieșire U_e la valoarea inițial fixată.

Dacă luăm în discuție situația inversă, cînd tensiunea de ieșire are tendința să scadă vom ajunge din aproape în aproape la constatarea că în final va crește curentul de bază al tranzistorului T_1 ceea ce va conduce la creșterea tensiunii de ieșire pînă la valoarea fixată. Puterea maximă disipată pe tranzistorul regulator serie T_1 este dată de relația:

$$P_d = U_{T\,max} \times I_{ie\,max},$$

unde: $U_{T\,max}$ — tensiunea maximă ce cade pe tranzistorul T_1
$I_{ie\,max}$ — curentul maxim de ieșire.

În cazul nostru, considerînd $U_{Tmax} = 35$ V, iar $I_{iemax} = 2$ A va rezulta: $P_d = 70$ W.

Pentru această valoare a lui P_d se alege drept tranzistor regulator tipul 2N3 055 montat pe radiator. Pentru alimentarea colectorului tranzistorului T_3 — care îndeplinește rolul amplificatorului de eroare — nu s-a folosit cuplarea colectorului acestuia printr-o rezistență direct la tensiunea $+U_{redr}$, ci s-a folosit un prestabilizator realizat sub forma unui generator de curent; în compunerea acestuia intră tranzistorul T_4, dioda Zener D_5 și rezistoarele $R_1 R_2 R_3$ și R_4.

După cum reiese din schemă, curentul de colector al lui T_4 este egal cu suma dintre curentul de colector al lui T_3 și curentul de bază al tranzistorului T_2.

Cum acest curent I_{C4} este constant, fiind furnizat de generatorul de curent, reiese că orice variație a curentului de colector al tranzistorului T_3 va modifica curentul de bază al lui T_2 și implicit și curentul de bază al tranzistorului regulator T_1, procedeu care contribuie la procesul de stabilizare.

Alimentarea bazei lui T_4 se face cu o tensiune stabilizată de dioda Zener D_5, care în cazul schemei noastre este de tipul DZ 308, practic putînd fi folosite și alte tipuri care să asigure o tensiune între 7 și 9 V. Datorită prezenței în circuit a diodei stabilizatoare tensiunea aplicată bazei lui T_4 preluată prin divizorul R_2 — R_3 este menținută la o valoare constantă față de variațiile de tensiune ale rețelei sau ale altor cauze.

Din caracteristica $I_c = f(U_c)$ a tranzistorului rezultă că, pentru situația cînd tensiunea de bază este menținută constantă atunci și curentul de colector se menține la o valoare aproape constantă, indiferent dacă tensiunea de colector variază. Prin aceasta se asigură pe lîngă stabilizarea necesară și o atenuare pronunțată a pulsațiilor rețelei. Impedanța de ieșire a prestabilizatorului este de asemenea foarte mare, deoarece:

$$Z_{ps} = \frac{\Delta U}{\Delta I}, \text{ unde } \Delta I \to 0,$$

element ce asigură schemei un mare avantaj în ceea ce privește factorul de stabilizare. Capacitorul C_2 din schemă este montat în scopul prevenirii apariției oscilațiilor din circuit.

Protecția alimentatorului la scurtcircuit sau la suprasarcini este asigurată de etajul pe care l-am denumit de autoprotecție.

Utilitatea acestui etaj este justificată de faptul că asigură protecția elementelor componente ale alimentatorului și în special a tranzistorului regulator serie și a punții redresoare.

Știm cu toții că este foarte posibil ca pe timpul experimentărilor, alimentarea să fie cuplată greșit sau să fie pusă accidental în scurtcircuit.

De asemenea, este posibil ca un montaj exterior alimentat să solicite de la sursă un curent mai mare decît cel pe care aceasta poate să-l asigure.

În toate aceste cazuri există posibilitatea ca alimentatorul să se defecteze. Soluția de a monta o siguranță fuzibilă în serie cu circuitul de ieșire din alimentator, nu rezolvă problema, deoarece timpul necesar atingerii punctului de topire a materialului din care este realizat firul fuzibil este foarte mare în comparație cu timpul în care are loc străpun-

gerea joncțiunilor tranzistorului serie T_1. În practica curentă, această problemă este rezolvată apelîndu-se tot la soluții electronice, soluții care pe lîngă faptul că asigură o rapiditate mare de răspuns, prezintă o mare stabilitate, nu se autodistrug pe timpul intrării lor în funcțiune, totul revenind la normal după dispariția cauzei care a produs scurtcircuitul sau suprasarcina. De asemenea, există și posibilitatea ca prin reglaj de pe panou, alimentatorul să intre în regim de autoprotecție, pentru diferiți curenți solicitați la bornele de ieșire, procesul fiind semnalizat optic sau acustic.

Schema alimentatorului prezentat în figura 10 beneficiază de toate aceste „automate" deși, așa după cum vom vedea, elementele cu care se realizează această protecție sînt destul de simple.

Principiul folosit este cel al traductorului de curent, adică a sesizării creșterii peste măsură a curentului absorbit la bornele de ieșire.

Elementul traductor de curent în cazul nostru este rezistorul R_6, montat în serie cu tranzistorul T_1.

Elementele din schemă care formează sistemul de autoprotecție propriu-zis, în afară de R_6, sînt: tranzistorul T_5, rezistoarele R_7 și R_8 și potențiometrul P_2. Pentru semnalizarea optică a intrării în funcțiune a autoprotecției în schemă apare tranzistorul T_6 cu R_{12} și beculețele de semnalizare L_1 și L_2.

Atunci cînd constructorul alimentatorului nu dorește ca apariția scurtcircuitului să fie semnalizată și optic, aceste ultime componente pot lipsi.

Autoprotecția funcționează în felul următor:

Să presupunem că alimentatorul a fost cuplat la rețea și că este fixat pentru a debita o tensiune de ieșire de 9 V, pe o sarcină care necesită un curent $I_d = 0{,}1$ A.

Din schema de principiu se observă că $I_d = 0{,}1$ A trece și prin rezistorul $R_6 = 0{,}8\ \Omega$. La bornele acesteia apare o cădere de tensiune $U_p = I_d \times R_6 = 0{,}1 \times 0{,}8 = 0{,}08$ V.

Această tensiune se aplică bazei lui T_5 prin divizorul format din $R_7 - P_2 - R_8$. Tranzistorul T_5 va sta în tot acest timp blocat, deoarece tensiunea de 0,08 V este cu mult sub valoarea de 0,65 V necesară bazei spre a-i asigura deschiderea. În momentul în care datorită unei cauze oarecare — de exemplu un scurtcircuit — curentul solicitat de la alimentator

atinge, să spunem, valoarea de 3,5 A, atunci la bornele lui R_6 apare o tensiune de 2,8 V ($3{,}5 \times 0{,}8$).

O parte din această tensiune culeasă de cursorul lui P_2 este aplicată bazei lui T_5. Dacă funcție de poziția acestui cursor tensiunea aplicată depășește 0,65 V, atunci T_5 se deschide, rezistența sa internă scade foarte mult, ceea ce asigură aducerea potențialului bazei lui T_2 aproape de potențialul emitorului lui T_1.

În această situație, T_2 tinde să se blocheze și implicit va tinde să se blocheze și tranzistorul T_1. Practic însă blocarea totală nu va apărea, deoarece într-un astfel de caz ar dispărea curentul din circuit și ca atare ar dispărea și tensiunile destinate protecției. În realitate se constată că în circuit se stabilește un echilibru, în sensul că va circula un curent de scurtcircuit a cărui valoare este determinată de menținerea automată între baza și emitorul tranzistorului T_5 a unei tensiuni ce nu depășește 0,65 V.

Această situație de echilibru se stabilește foarte rapid, elementele circuitului nefiind periclitate. Din schemă se observă că tensiunea aplicată bazei lui T_5 este culeasă potențiometric de la cursorul lui P_2 și, ca atare, ea va depinde de poziția acestuia. Astfel, cînd cursorul se va afla către capătul rezistorului R_8 bazei lui T_5 i se va transmite cea mai mică tensiune; cînd va fi adus în capătul opus, adică înspre R_7 va fi transmisă tensiunea cea mai mare. Elementele montajului de autoprotecție pentru schema de față au fost calculate pentru a asigura protecția pentru mai multe valori ale curentului, valoarea maximă fiind $I_d = 3$ A.

Pentru această valoare maximă, $I_d = 3$ A, rezultă pentru U_p valoarea de 2,4 V ($U_p = I_d \times R_6$). Cum tensiunea U_p se află și la bornele divizorului $R_7 - P_2 - R_8$, rezultă că prin aceasta va trece curentul:

$$I_S = \frac{I_d \times R_6}{R_7 + R_8 + R_{p_2}},$$

unde: R_{p_2} — rezistența potențiometrului P_2.

Înlocuind valorile, conform schemei rezultă:

$$I_S = \frac{2{,}4\ \text{V}}{1\,600\ \Omega} = 1{,}5\ \text{mA}.$$

Cunoscînd curentul I_S putem determina ce tensiune cade pe fiecare element al divizorului; practic avem pe R_7 o tensiune de 0,3 V, pe R_8 o tensiune de 0,6 V, iar pe P_2 vom avea 1,5 V. Rezultă așadar că atunci cînd cursorul lui P_2 se va găsi la capătul lui R_8 pe baza lui T_5 va fi aplicată o tensiune de 0,6 V, tensiune foarte aproape de tensiunea necesară deschiderii acestuia; o creștere foarte mică a curentului I_d peste 3 A, va asigura valoarea de 0,65 V necesară amorsării procesului de autoprotecție.

Să considerăm acum situația cînd cursorul lui P_2 este adus în capătul opus către R_7; în acest caz bazei lui T_5 i se aplică o tensiune culeasă de la bornele lui P_2 înseriat cu R_8 adică de la o rezistență ce însumează 1 400 Ω (1 000 + 400) și o tensiune de 2,1 V (1,5 + 0,6). Practic, la o asemenea tensiune joncțiunea B—E a lui T_5 ar urma să se distrugă; în schemă însă acest lucru nu se întîmplă, deoarece pe măsură ce curentul crește de la o valoare mică către 3 A la un moment dat trece și prin valoarea care creează la baza lui T_5 tensiunea de 0,65 V; ca atare schema intră automat în regim de autoprotecție. Să vedem deci pentru ce curent — în această poziție a potențiometrului P_2 — schema se autoprotejează. Judecăm în felul următor:

Pentru a obține 0,65 V pe valoarea de 1 400 Ω va fi necesar ca prin circuitul divizorului să circule un curent

$$I'_S = \frac{0,65\ \text{V}}{1\ 400\ \Omega} = 0,46\ \text{mA}.$$

La bornele întregului divizor prin care trece acest curent I'_S va exista tensiunea:

$$U'_p = I'_S \times 1\ 600 = 0,46\ \text{mA} \times 1\ 600\ \Omega = 0,736\ \text{V}.$$

Curentul care va trebui să străbată rezistorul R_6 pentru a asigura valoarea de 0,736 V va fi

$$I'_d = \frac{U'_p}{R_6} = \frac{0,736\ \text{V}}{0,8\ \Omega} = 0,92\ \text{A}.$$

Funcție de poziția potențiometrului vom putea deci obține situații pentru care schema să se autoprotejeze pentru orice valoare de curent cuprinsă între 0,92 A și 3 A. Pentru a avea acest control al curentului de autoprotecție este suficient să fixăm pe axul potențiometrului P_2 un disc sau un

ac indicator, cu ajutorul căruia să însemnăm valorile curenților de protecție.

În cazul cînd constructorul acestui alimentator dorește ca schema să se autoprotejeze pentru o singură valoare atunci potențiometrul poate lipsi, în locul lui introducîndu-se rezistorul necesar; astfel, dacă dorim să asigurăm alimentatorul de la 3 A în sus, în locul lui P_2 și a lui R_7 se va monta un rezistor de 1 200 Ω, legătura cu baza lui T_5 efectuîndu-se din punctul de înseriere.

Există și posibilitatea cuplării lui T_5 direct pe R_6 cu emitorul la borna plus, așa cum este și pentru situația descrisă mai înainte, iar baza la celălalt capăt a lui R_6. De data aceasta R_6 va trebui redimensionat plecînd de la curentul maxim admis pentru autoprotecție folosindu-se relația:

$$R_6 = 0,65/I_d.$$

Pentru semnalizarea optică a intrării în funcțiune a părții de autoprotecție, în schemă s-a introdus un tranzistor, T_6, cu rol de releu electronic, avînd ca sarcină beculețele L_1 — L_2. Baza lui T_6 este cuplată prin R_{12} la cursorul lui P_2, respectiv va primi același potențial ca și baza lui T_5. Cînd tensiunea la baza lui T_6 va ajunge la tensiunea de 0,65 V, acesta se deschide și beculețele se vor aprinde. Deoarece colectorul lui T_6 este alimentat direct de la + 45 V, tensiunea care se păstrează chiar cînd T_1 intră în autoprotecție, rezultă că beculețele de sarcină trebuie să suporte această tensiune de 45 V.

Cum beculețe pentru 45 V — în ideea de a folosi unul singur — nu se pot procura ușor, s-a recurs la soluția de a înseria două beculețe de 26 V/0,1 A, ușor de procurat; unul din acesta va fi scos pe panou, celălalt urmînd să fie fixat în interiorul cutiei. Mai există o variantă de semnalizare optică, prin folosirea unei diode electroluminiscente montate în serie cu colectorul lui T_5, caz în care T_6 și cu toate elementele aferente lui nemaifiind necesare.

Date constructive: Întregul montaj va fi realizat pe o placă de textolit simplă sau pe una de steclotextolit placat, efectuînd un cablaj imprimat. În primul caz fixarea pieselor se va face cu ajutorul unor capse, avînd diametrul de 2 ... 3 mm.

Pe panoul frontal care se poate încadra în dimensiunile de 120 × 250 mm, realizat din tablă groasă de 2 ... 3 mm se vor fixa: întrerupătorul I_1 și I_2, corpul de siguranță *Sig. 1*, beculețele L_1 și L_3, potențiometrele P_1 și P_2 și bornele + și —. Nu se recomandă conectarea bornei minus la masa scheletului metalic, deoarece în timpul experimentărilor putem avea situații cînd lucrăm fie cu plusul la masă, fie cu minusul.

Transformatorul *Tr. 1* se va realiza cu un pachet de tole avînd o secțiune de minim 10 cm². Înfășurarea primară va fi realizată cu sîrmă de CuEm cu diametrul de 0,3... 0,35 mm, iar în secundar, pentru înfășurarea de 32 V, sîrmă de CuEm cu diametrul de minimum 1 mm. Secundarul ce va da 2 V va fi realizat cu sîrmă de CuEm, cu diametrul de 0,4 ... 0,5 mm.

Tranzistorul T_1 se va monta pe un radiator confecționat din tablă de aluminiu groasă de 1 ... 2 mm și va trebui să aibă o suprafață radiantă de minimum 200 cm².

Diodele D_1—D_4 se vor monta pe un radiator cu o suprafață de minim 30 cm² pentru fiecare.

O atenție deosebită va trebui acordată conexiunilor dintre piesele componente. Este absolut necesar ca atît conexiunea de minus, cît și cea de plus, începînd de la ieșirea din puntea redresoare D_1—D_4 să fie realizate cu conductor din cupru cu diametrul de minimum 1 mm. În cazul folosirii cablajului imprimat va fi necesar ca aceste trasee să fie mult îngroșate și încărcate cu cositor în scopul realizării secțiunii necesare.

Același lucru se impune și pentru legătura dintre diodele D_1—D_4, cît și între acestea și înfășurarea secundară a transformatorului de rețea.

După pregătirea materialului necesar și verificarea fiecărei componente în parte se va trece la efectuarea montajului propriu-zis, începînd cu partea redresoare; după montarea lui *Tr. 1*, a punții D_1—D_4 și a lui C_1 montajul se va alimenta de la rețea în scopul de a fi verificat. Folosind un voltmetru de c.c. (MAVO—35; TL—4; T—2145 etc.) se va urmări dacă tensiunea între punctele *C*—*D* din schema de principiu are o valoare de 45 V cu abateri de sub 0,5 V.

În continuare se montează grupul D_5—R_1—R_2—R_3, după care se efectuează o nouă măsurătoare și cînd trebuie să găsim la bornele diodei D_5 o tensiune în jur de 8 V. Va trebui să fim atenți la montarea acestei diode, urmărind ca punctul colorat sau inelul de recunoaștere marcat pe corpul ei să fie către borna plus. Se va trece apoi la montarea restului de piese după care schema va fi din nou alimentată urmînd să măsurăm mai întîi tensiunea de la bornele diodei D_6, unde va trebui să găsim o valoare de 0,65 V. Măsurînd tensiunea dintre cursorul lui P_1 și borna minus va trebui să găsim o tensiune de circa 0,12 V (cînd cursorul se află către borna minus) și de circa 1,3 V cînd acesta se află adus către borna plus. Cu aparatul de măsură fixat pe scara 100 V se va măsura tensiunea de ieșire U_e dintre bornele plus și minus aflate pe panou. La un capăt al cursei potențiometrului vom găsi circa 1,35 V, iar la celălalt capăt circa 42 V. Pentru a verifica funcționarea etajului de autoprotecție vom scurtcircuita — folosind un conductor — pentru scurtă durată bornele de ieșire; în acest caz beculețele L_1—L_2 vor trebui să lumineze. Testul la scurtcircuit se poate face pentru orice valoare a tensiunii de ieșire.

Pentru fixarea tensiunii de ieșire putem fie să montăm pe panou un voltmetru de mici dimensiuni, fie să fixăm pe axul lui P_1 un cursor indicator sau un disc, urmînd să însemnăm prin scriere valorile de tensiune funcție de poziția potențiometrului. Pentru această operație se va folosi un voltmetru de c.c., foarte bine etalonat. Pentru etalonarea poziției cursorului lui P_2 în valori de curent (1 A... 3 A) se va proceda în felul următor: pentru stabilirea poziției corespunzătoare protecției la 1 A se confecționează din sîrmă de nichelină, avînd diametrul de minim 0,5 mm, un rezistor cu valoare de 10 Ω. Se fixează tensiunea de ieșire U_e la valoarea de 10 V, iar P_2 se trece cu cursorul către rezistorul R_8. Se conectează rezistorul de nichelină de 10 Ω la bornele de ieșire și se cuplează alimentatorul la rețea. Se rotește lent axul lui P_2 pînă în momentul cînd beculețele L_1—L_2 se aprind. Pentru această poziție pe discul lui P_2 se va inscripționa valoare 1 A. În continuare se înjumătățeşte firul de nichelină pentru a obține un rezistor de 5 Ω.

Se trece din nou P_2 către capătul dinspre R_8. Se execută aceleași operații, urmărind din nou aprinderea beculețelor. Această nouă poziție a lui P_2 va fi marcată cu valoarea de 2 A. Pentru determinarea poziției de 3 A, din aceeași sîrmă

vom confecționa un rezistor de 3 Ω, iar tensiunea se va regla la 9 V. Se va constata că puțin după plecarea de la capătul cursei vom obține limita pentru 3 A.

Pe timpul folosirii alimentatorului, P_2 va fi adus în poziția pentru care dorim ca depășirea curentului consumat să ne fie semnalată.

Rezistorul R_{11} din schema de principiu este necesar pentru a ajuta descărcarea mai rapidă a lui C_4, precum și pentru asigurarea unui mic curent prin T_1.

Întrerupătorul I_2 este util pe timpul experimentărilor, cînd pentru schimbarea unei componente sau pentru adăugarea alteia este necesară întreruperea alimentării: pentru a nu se efectua această operație din întrerupătorul *Într. 1* cînd sînt solicitate componentele schemei sau pentru a nu deslipi firul de legătură dintre alimentator și montajul experimentat, este mai indicat să montăm întrerupătorul *Într. 2* și să-l acționăm la nevoie. Stabilitatea tensiunii U_e pentru diferite sarcini, respectiv pentru diferiți curenți consumați în limita de 2 A, este foarte bună, practic asigurîndu-se valoarea de sub 1%.

Acest parametru poate fi verificat prin măsurarea tensiunii la ieșire pentru diferiți curenți. Un test făcut cu un alimentator construit după schema din figura 10 este dat în tabelul 6.

Tabelul 6

Tensiunea fixată (în gol) [v]	Tensiunea la borne pentru diferiți curenți consumați [v]		
	0,5 A	1A	2A
2	2	1,99	1,98
6	6	5,99	5,98
10	10	9,99	9,98
15	15	14,99	14,98
20	20	19,99	19,98
25	25	24,99	24,98
30	30	29,99	29,98
35	35	34,98	34,96
38	37,98	37,80	37,10
40	39,90	39,5	36

Măsurătorile efectuate în legătură cu stabilitatea tensiunii de ieșire funcție de variațiile tensiunii rețelei de 220 V au arătat că pentru variații ale acesteia între 180 V și 245 V, tensiunea U_e se menține constantă.

Cheltuielile pentru realizarea unui astfel de alimentator sînt destul de mici, față de utilitatea oferită.

Tranzistormetru

Înainte de montarea unui tranzistor în circuit, el trebuie să fie verificat. Verificarea poate fi sumară, prin care urmărim numai dacă tranzistorul nu este defect, sau mai amănunțită, cu care ocazie determinăm și factorul de amplificare în curent (β).

Pentru verificarea sumară se poate folosi metoda măsurării integrității joncțiunilor *BE* și *BC*, întocmai ca și cum am măsura o diodă *pn*, aparatajul necesar fiind un simplu ohmmetru. Cum se va proceda pentru o asemenea operațiune? după ce se determină cum sînt dispuși electrozii *EBC* ai tranzistorului supus măsurării, se cuplează ohmmetrul pe electrozii *BE* și reținem valoarea măsurată. Se mută apoi conductorul ohmmetrului de la electrodul *E* la electrodul *C* (menținînd pe cel fixat inițial la *B*) și se urmărește indicația ohmmetrului, care trebuie să fie cu mici abateri aceeași ca și pentru măsurarea joncțiunii *BE*.

În continuare se inversează firele ohmmetrului între ele și se efectuează aceleași măsurători ca mai înainte, urmărind dacă și de data aceasta indicațiile acestor ultime măsurători sînt egale între ele. Dacă pentru prima măsurătoare vom obține o rezistență de valoare mică (sute de ohmi) în cazul al doilea va trebui să găsim o valoare foarte mare, și invers. Tranzistorul se consideră că este bun dacă rezultatele primei măsurători sînt egale între ele, precum și rezultatele celei de a doua măsurători, care trebuie de asemenea să fie egale între ele. Dacă una din joncțiuni este străpunsă sau întreruptă atunci vom găsi fie o valoare de scurtcircuit (sub zece ohmi), sau acul nu se va deplasa deloc, indicînd întreruperea. Metoda este rapidă și poate fi aplicată atît tranzistoarelor *pnp* cît și *npn*, de mică putere sau de mare putere, cu germaniu sau siliciu.

O altă metodă, de asemenea simplă, constă în realizarea unui oscilator LC sau RC, în care tranzistorul care intră în compunerea schemei respective să fie tranzistorul supus verificării. Deducem că în situația unui tranzistor defect, oscilatorul nu va funcționa.

Pentru o verificare mai pretențioasă a tranzistorului este necesar un aparat specializat denumit tranzistormetru. Pînă nu de mult, pentru a se indica valoarea parametrului măsurat se foloseau exclusiv aparate de măsură tip miliampermetru. În ultima vreme au apărut scheme în care elementul indicator este o diodă electroluminiscentă (LED) sau un mic difuzor (cască). Pornind de la această tendință și avînd în vedere și faptul că un miliampermetru este mai greu de procurat, în cele ce urmează vom descrie două scheme de tranzistormetre în care una este echipată cu un LED, iar a doua cu un dispozitiv electroacustic (cască).

a) *Tranzistormetru cu LED.* Schema pe care o prezentăm în continuare permite măsurarea cu o precizie mai bună de 5 % a factorului de amplificare în curent β pînă la valoarea de 1 000.

Prin definiție, factorul (cîștigul) de amplificare în curent β (h_{21E}) reprezintă raportul între creșterea curentului de colector ΔI_c și creșterea curentului de bază ΔI_B al unui tranzistor în montaj EC (emitor comun).

$$\beta = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_B}.$$

Practic, la majoritatea tranzistoarelor, măsurarea variațiilor tip ΔI_c sau ΔI_B este mai greu de efectuat, motiv pentru care β se exprimă ca fiind raportul dintre I_c și I_B al unui tranzistor dat, eroarea de măsurare fiind destul de mică.

Principiul ce stă la baza schemei ce o descriem în continuare constă în măsurarea indirectă la un tranzistor a curentului de bază I_B și a curentului de colector I_c și aflarea — printr-un artificiu de calcul — a valorii necesare β. Pentru înțelegerea principiului să considerăm un tranzistor montat așa după cum se arată în figura 11, a. De la sursa E se asigură atît curentul de polarizare I_b cît și cel de colector I_c.

Prin potențiometrul P_1 cu ajutorul căruia se reglează polarizarea va circula curentul I_b, iar prin rezistorul R_1 va

circula suma curenților I_b și I_c. Trecerea curentului I_b prin P_1 produce la bornele acestuia căderea de tensiune U_{P1}, iar trecerea curentului $I_b + I_c$ prin R_1 produce căderea de tensiune U_{R_1}.

Reglînd potențiometrul P_1 ajungem într-un punct cînd cele două tensiuni sînt egale, adică:

$$U_{P_1} = U_{R_1}.$$

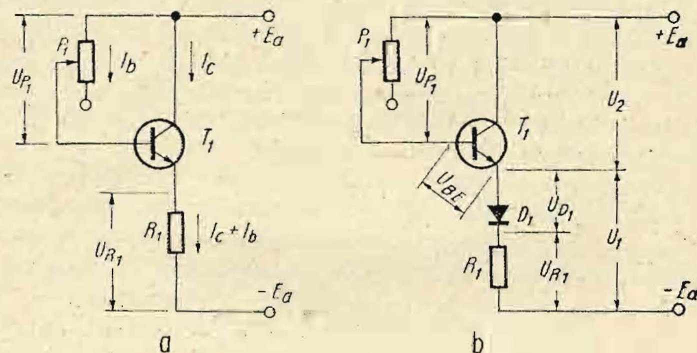


Fig. 11 — Principiul de funcționare a tranzistormetrului cu LED.

Cum $U_{P_1} = R_{P_1} \times I_b$ și $U_{R_1} = R_1 \ (I_c + I_b)$ unde R_{P_1} este rezistența prezentată de potențiometru rezultă:

$$R_{P_1} \times I_b = R_1 \ (I_c + I_b)$$

sau

$$\frac{(I_c + I_b)}{I_b} = \frac{R_{P_1}}{R_1}$$

Cum curentul I_b este foarte mic în comparație I_c numărătorul poate fi aproximat la $(I_c + I_b) \simeq I_c$, de unde rezultă:

$$\frac{I_c}{I_b} = \frac{R_{P_1}}{R_1} = \beta$$

Deci mărimea β este dată de raportul a două rezistențe. Mai departe, dacă alegem $R_1 = 1$ kΩ găsim:

$$\beta = \frac{R_{P_1}\,(\text{k}\Omega)}{1\,(\text{k}\Omega)} = R_{P_1}\,(\text{k}\Omega)$$

Prin acest ultim artificiu, β se exprimă în valori de rezistență ale potențiometrului P_1. Aceasta înseamnă că putem etalona un disc fixat pe axul lui P_1 direct în valori β, fiecare cifră pentru β reprezentînd de fapt valoarea în kΩ pentru poziția respectivă a cursorului.

Urmărind atent schema din figura 11,a, se observă că între tensiunea U_{P_1} și tensiunea U_{R_1} rămîne neluată în seamă pînă acum tensiunea dintre bază și emitor, U_{BE}, a respectivului tranzistor, care pentru un tranzistor cu germaniu este în medie de 0,3 V, iar pentru un tranzistor cu siliciu în medie de 0,65 V.

Pentru a compensa această tensiune, impusă de cazul măsurării tensiunilor U_{P_1} și U_{R_1} prin metoda comparației se impune introducerea în serie cu emitorul a unei diode D_1. În felul acesta, tensiunea măsurată între emitor și $-Ea$ va fi:

$$U_1 = U_{D_1} + U_{R_1},$$

iar tensiunea măsurată între emitor și $+Ea$ va fi:

$$U_2 = U_{BE} + U_{P_1}.$$

Cum joncțiunea *BE* reprezintă tot o diodă rezultă că practic avem egalitatea:

$$U_{BE} = U_{D_1},$$

cu condiția ca dioda D_1 să fie cu germaniu dacă T_1 este cu germaniu și cu siliciu dacă T_1 este tranzistor cu siliciu (fig. 11,b).

Această construcție ne permite ca între emitor și $+Ea$ și $-Ea$ să sesizăm fără eroare egalitatea celor două tensiuni atunci cînd reglăm potențiometrul P_1.

Am insistat mai mult asupra acestei părți de expunere în scopul de a se înțelege cît mai bine procesele ce au loc, precum și pentru a se vedea cum se gîndește și se construiește din aproape în aproape un aparat de măsură. Dacă la schema obținută în figura 11,b adăugăm și montajul cu

ajutorul căruia să măsurăm și să ne fie semnalizată egalitatea $U_1 = U_2$, atunci obținem schema integrală a tranzistormetrului.

În acest scop vom folosi un amplificator operațional tip βA 741 (IPRS-Băneasa), montat drept comparator de tensiune. Schema după care vom construi tranzistormetrul este dată în figura 12. La intrarea inversoare *(4)* a acestui circuit integrat se aplică o tensiune $Ea/2$, obținută prin divizorul R_3—R_4, unde rezistoarele $R_3 = R_4 = 10$ kΩ trebuie sortate în așa fel ca abaterea de valoare între ele să fie maximum 2%. La intrarea neinversoare *(5)* se aplică tensiunea culeasă de la emitorul tranzistorului supus măsurătorii. Cînd cele două tensiuni sînt egale, respectiv $Ea/2$, atunci la ieșirea *10* nu se culege nici o tensiune.

Acest circuit integrat se bucură de proprietatea că atunci cînd la intrările *4* și *5* se aplică tensiuni egale, tensiunea culeasă la ieșirea *10* este nulă. Pentru orice diferență ce apare între aceste tensiuni atît ca valoare, cît și ca polaritate, la ieșirea *10* va apărea o tensiune continuă mai mică sau mai mare, pozitivă sau negativă. Astfel, dacă tensiunea la intrarea *5* este mai pozitivă decît tensiunea de la intrarea *4*, atunci la borna *10* vom putea culege o tensiune pozitivă față de borna —9 V.

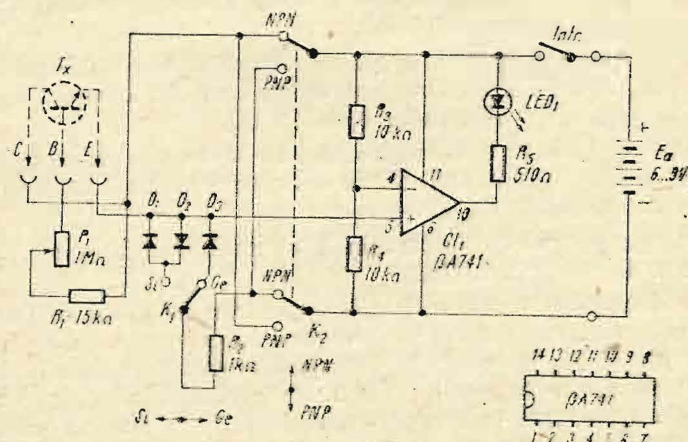


Fig. 12 — Schema de principiu a tranzistormetrului cu LED.

Dacă tensiunea de la intrarea 5 este mai negativă decît tensiunea de la borna 4, atunci la 10 vom culege o tensiune negativă față de borna +9 V. Dioda *LED-1* aflată în circuitul de ieșire se va aprinde numai în acest ultim caz adică cînd intrarea 5 este mai negativă decît intrarea 4. Pentru faptul că acest circuit integrat compară cele două tensiuni aplicate la intrare el se numește și circuit comparator. Alimentarea se aplică la terminalele 11 (+9 V) și 6 (—9 V).

Comutarea schemei funcție de tipul tranzistorului se face din K_2, iar față de materialul din care este construit, (siliciu — germaniu) din K_1. Diodele D_1—D_2 conectate pentru poziția Si (siliciu) vor fi de tipul IN4001 sau IN4002.

Ele sînt montate în opoziție deoarece pe această poziție de lucru pot fi măsurate atît tranzistoarele *npn* cît și *pnp*. Pentru poziția Ge (germaniu), dioda D_3 va fi o diodă cu germaniu tip EFD—105 sau alta similară. Potențiometrul P_1 va avea valoarea 1 MΩ și va fi de tipul linear. Rezistorul R_1 montat în serie cu P_1 limitează tensiunea aplicată în cazul deplasării cursorului către +9 V. Pentru gradarea (etalonarea) lui P_1 vom folosi un ohmmetru obișnuit. Notarea gradațiilor se va face din 50 în 50 kΩ, ceea ce înseamnă că și factorul β va fi citit cu precizie din 50 în 50, valorile intermediare fiind apreciate între aceste gradații.

În situația cînd discul fixat pe axul potențiometrului are un diametru mai mare (circa 15 cm), atunci etalonarea se poate face din 10 în 10 kΩ.

Cînd se începe etalonarea, în circuit va trebui să fie păstrat și R_1, așa fel încît cînd potențiometrul este complet închis nu vom citi valoarea zero, ci 15 kΩ.

Pentru conectarea tranzistorului ce trebuie verificat, în circuit se vor folosi trei cleme elastice sau trei crocodili notați cu inițialele *C—B—E*.

Pentru măsurarea factorului β al unui tranzistor se va proceda în felul următor:

Se determină terminalele *CBE* ale tranzistorului ce trebuie măsurat și se fixează în clemele *CBE* ale aparatului. Se trece K_1 și K_2 în pozițiile corespunzătoare tranzistorului, iar P_1 se aduce în poziția 1 000. Se cuplează alimentarea *Ea* prin acționarea întrerupătorului *Intr. 1*. În această situație, dacă tranzistorul este bun, dioda LED_1 va trebui să se aprindă. Se rotește încet axul potențiometrului P_1 pînă

cînd dioda LED_1 se stinge. Valoarea indicată de potențiometru pentru această graniță a trecerii diodei de la aprins la stins reprezintă valoarea β. Dacă tranzistorul are una din joncțiuni sau ambele joncțiuni arse, dioda nu se va stinge pentru nici o poziție a lui P_1. Dacă joncțiunea *B—C* este în scurtcircuit, atunci dioda va sta stinsă tot timpul.

Montajul funcționează corect pentru tensiuni de alimentare cuprinse între 6 V și 9 V.

Pentru verificarea construcției, imediat ce a fost realizată, se pot efectua următoarele măsurători:

Fără tranzistor conectat la clemele CBE, se cuplează alimentarea de 9 V. Se va urmări ca LED_1 să fie aprins. Se va măsura curentul continuu consumat de montaj de la sursa 9 V, curent care trebuie să fie de circa 12 mA.

Se măsoară tensiunea între ieșirea 10 și borna de —9 V, care trebuie să fie de circa 2,6 V.

Se măsoară tensiunea la bornele LED_1, care trebuie să fie de 1,6 V.

Apoi se cuplează un tranzistor bun la clemele *CBE* și se rotește P_1 pînă cînd dioda se stinge; de data aceasta tensiunea măsurată între ieșirea 10 și borna —9 V va trebui să fie de circa 8,2 V. Consumul de curent cu LED_1 stins este de circa 5 mA.

Scala de măsură a lui β poate fi împărțită în mai multe intervale, în care scop va trebui să folosim mai multe potențiometre pe care să le conectăm pe rînd.

b) *Tranzistormetru cu cască*

Cea de a doua schemă pe care o prezentăm (fig. 13) permite realizarea unui tranzistormetru echipat cu un difuzor sau o cască. Montajul este destul de simplu și permite măsurarea pe nouă trepte a tranzistoarelor avînd β începînd de la valoarea 1 pînă la valoarea 900, cu o eroare de circa 5 %. Alimentarea schemei se poate face de la o sursă de c.c. avînd tensiunea cuprinsă între 6 și 9 V.

Pot fi măsurate tranzistoare *npn* sau *pnp*, de joasă sau înaltă frecvență, de mică sau medie putere. Ca funcționare, schema reprezintă un etaj multivibrator în care cele două tranzistoare care intră de regulă în componența unui asemenea circuit sînt T_1, care trebuie încercat, și T_2 montat per-

manent. Valorile componentelor pasive care intră în structura acestui multivibrator astabil sînt astfel calculate încît generarea oscilațiilor nu este posibilă decît atunci cînd rezistența conectată în circuitul bazei tranzistorului supus încercării — exprimată în kΩ — este numeric egală sau mai mică decît valoarea propriului său factor β. Astfel, dacă pentru un anumit T_1 valoarea rezistenței maxime cuplată în

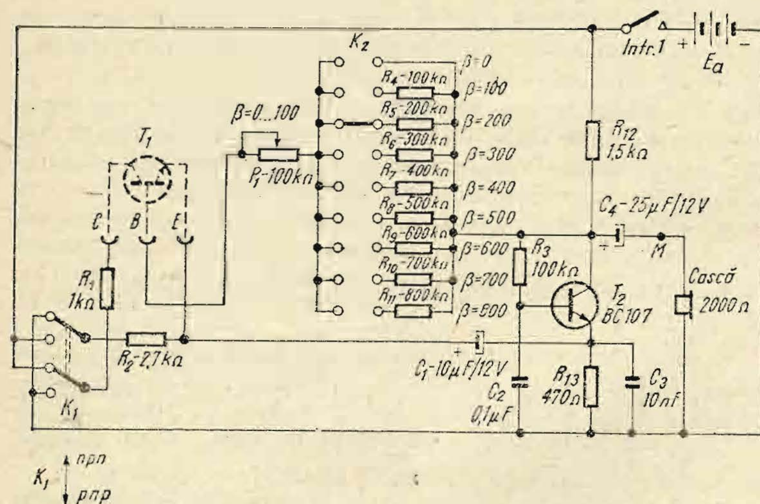


Fig. 13 — Tranzistormetru cu cască.

bază, pentru care există oscilații, este egală cu 130 kΩ, atunci factorul va avea tot valoarea 130. Dacă se mărește această rezistență peste valoarea de 130 kΩ se constată că oscilațiile încetează; sub această valoare oscilațiile se mențin. Constatarea apariției și dispariției oscilațiilor se face acustic prin intermediul unei căști de 2 000 Ω cuplată prin C_3 la masă sau folosind un difuzor, în care caz semnalul preluat prin capacitorul C_3 din punctul notat în schemă cu M trebuie amplificat.

După cum observăm din schemă, rezistența din baza lui T_1 este formată din potențiometrul P_1, înseriat prin comutatorul K_2 cu una din rezistențele $R_4 \dots R_{11}$. Comutarea schemei pentru tranzistoare de tip *pnp* sau *npn* se face din comutatorul K_1, care poate fi un segment (element) din

tipul de comutatoare folosite la schimbătorul de gamă al radioreceptoarelor (tip KADAO1 sau KADVO3 produse în țară).

Comutatorul K_2 poate fi un comutator rotativ cu 9 poziții, poate fi un grup de 9 segmente de tip KADVO3 (Electronica) sau poate fi realizat din 9 borne (bucșe) în care comutarea se face cu ajutorul unui fir prevăzut la unul din capete cu o banană. Cele 9 poziții ale comutatorului K_2 vor fi notate în valori ale factorului β, așa după cum este arătat în schema de principiu.

Potențiometrul P_1 (100 kΩ) va fi de tipul linear. Pe axul acestuia se va fixa un disc sau un ac indicator cu ajutorul cărora pozițiile cursorului reprezentînd valoarea în kΩ să fie notate în valori de la 0 la 100. La determinarea valorii lui β se va însuma indicația dată de P_1 cu cea a poziției lui K_2. În acest fel limitele de măsură ale lui β pentru fiecare din pozițiile comutatorului K_2 începînd cu prima poziție vor fi: 0—100; 100—200; 200—300; 300—400; 400—500; 500—600; 600—700; 700—800 și ultima 800—900.

Pentru verificarea unui tranzistor se va proceda în felul următor: funcție de natura tranzistorului se comută K_1 în poziția *npn* (sus) sau *pnp* (jos). În continuare, după ce s-au identificat electrozii tranzistorului, aceștia se introduc în locașurile *CBE* corespunzătoare. Comutatorul K_2 se aduce în poziția β = 800, iar P_1 se aduce în poziția 0, adică în poziția în care rezistența prezentată de acesta este nulă.

Se cuplează alimentarea *Ea*, acționînd întrerupătorul *Intr. 1*. Se acționează K_2 din poziție în poziție pînă în momentul în care în cască se aud oscilații de joasă frecvență. În această poziție a lui K_2 am determinat prima mărime (sutele) a factorului β.

În continuare, se rotește P_1 mărindu-i valoarea pînă în momentul în care oscilațiile ascultate în cască încetează. Poziția lui P_1 pentru această ultimă operație reprezintă zecile și unitățile care trebuie însumate la valoarea dată de K_2.

Să considerăm un exemplu: să presupunem că verificăm un tranzistor BC-109. Se comută K_1 în poziția *npn*. Se fixează tranzistorul în locașul *CBE*, știind că pentru *BC*-109 configurația terminalelor este *EBC*. Se trec K_2 și P_1 în pozițiile indicate mai înainte. Manevrînd K_2 să presupunem că am constatat apariția oscilațiilor pentru β = 200.

Rotind P_1, oscilațiile se opresc pentru poziția 55. Rezută că factorul β al tranzistorului măsurat este 200 + 55 = 255. Pentru realizarea practică a tranzistormetrului se va folosi o cutie metalică sau din lemn, în interiorul căreia se va fixa montajul propriu-zis, precum și bateriile.

Tranzistorul T_2 poate fi orice tranzistor de structură *npn* de mică putere și avînd un β în jur de 200. Alimentarea montajului se va face de la 2 baterii de 4,5 V înseriate, curentul consumat de schemă este de circa 4 mA. De notat că schema funcționează normal fără a fi nevoie de corecții, pînă cînd *Ea* ajunge la valoarea de 6 V. Pentru a se verifica etalonarea, vom apela la unul sau mai multe tranzistoare măsurate inițial la un tranzistormetru industrial, după care le vom testa în aparatul realizat de noi. Corectarea scării tranzistormetrului exact pe valori de β bine cunoscute se va face prin modificarea în limite mici fie a rezistorului R_2, fie a rezistorului R_{13}.

Patru scheme interesante

Sub acest titlu sînt prezentate un număr de patru scheme electronice privind diverse utilități practice, scheme care sînt interesante prin ingeniozitatea soluțiilor, demonstrînd în același timp inepuizabilele posibilități oferite de electronică.

1. *Releu de 24 V funcționînd la 12 V*

Este vorba de o schemă electronică, alimentată de la o sursă de 12 V, în compunerea căruia intră un releu electromagnetic cu tensiune de lucru de 24 V, dar care trebuie să fie acționat de la aceeași sursă de 12 V, de la care este alimentat întreg montajul.

Schema de principiu este prezentată în figura 14. Este folosit un singur tranzistor de tip BC-107, montat cu emitorul la masă.

În poziție de repaus, cînd întrerupătorul *Intr. 1* nu este acționat, o parte din schemă se află totuși sub tensiune; este vorba de grupul $R_2 - C_1 - R_3$ conectat în permanență între —12 V și +12 V, motiv pentru care capacitorul C_1 se află încărcat, la bornele sale putînd fi măsurată tensiunea *U* cu polaritatea plus la armătura *a* și minus la armătura *b*.

Tranzistorul T_1, deși are colectorul conectat prin R_2 la tensiunea de +12 V, este totuși blocat, deoarece pe baza acestuia nu este aplicată tensiunea de polarizare.

Releul *Rel. 1* este nealimentat și ca atare contactele sale vor fi neacționate.

La acționarea întrerupătorului *Intr. 1*, tensiunea de +12 V este aplicată prin R_1 bazei lui T_1, precum și capătului „Y" al releului *Rel. 1*. În aceste condiții tranzistorul T_1 se deschide, tensiunea sa de colector ajunge la circa 0,2 V, ceea ce face ca armătura *a* a capacitorului C_1 să fie pusă practic la masă.

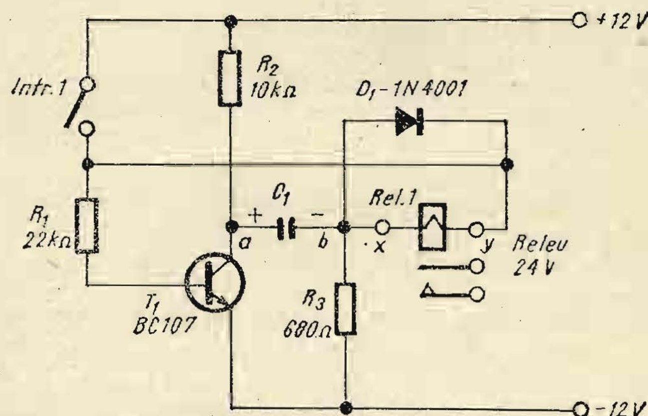


Fig. 14 — Releu 24/12 V.

În acest mod, C_1 încărcat la tensiunea de 12 V se află înseriat cu *Rel. 1* și mai departe cu sursa de ± 12 V. Urmărind schema se observă că această înseriere se face așa fel că cele două tensiuni (a lui C_1 și a sursei) se adună, ceea ce asigură la bornele $X - Y$ ale releului o tensiune de 24 V, releul fiind acționat. În momentele următoare, C_1 descărcîndu-se, releul *Rel. 1*, rămîne conectat la tensiunea de 12 V prin R_3. El își va menține în continuare paleta acționată, deoarece este știut că tensiunea de menținere în stare de funcționare a releului este mult mai mică decît tensiunea pentru atragerea paletei din poziția de repaus. Rolul diodei

D_1 din circuit este de a șunta curenții de autoinducție ce apar datorită înfășurării releului. Capacitorul C_1 va trebui să aibă o valoare cuprinsă între 10 μF și 20 μF.

2. *Indicator de tensiune cu LED*

Pentru a indica valoarea unei tensiuni se folosesc mai multe metode, cea mai uzuală fiind folosirea ca voltmetru a unui instrument cu ac indicator.

În cele ce urmează este prezentată însă o schemă de măsurat tensiunea în curent continuu, folosind ca element de indicare diodele electroluminiscente (LED). Afișarea tensiunii măsurată se face prin aprinderea după un anumit cod a trei asemenea LED-uri, motiv pentru care citirea nu se poate face decît de cel avizat, montajul asigurînd în felul acesta și un secret al funcționării unei instalații oarecare.

Schema pe care o prezentăm în figura 15 asigură măsurători numai în intervalul 10 V la 14 V, însă prin modificări succesive, intervalul poate fi schimbat.

Cele patru tranzistoare care intră în compunerea schemei lucrează ca relee electronice, în colectorul a trei dintre ele existînd cîte o diodă electroluminiscentă obișnuită. (ROL-03, MDE 1101R, AL 102 B, TIL-201, SSL-15 etc.). Aprinderea acestor LED-uri este determinată de valoarea tensiunii apli-

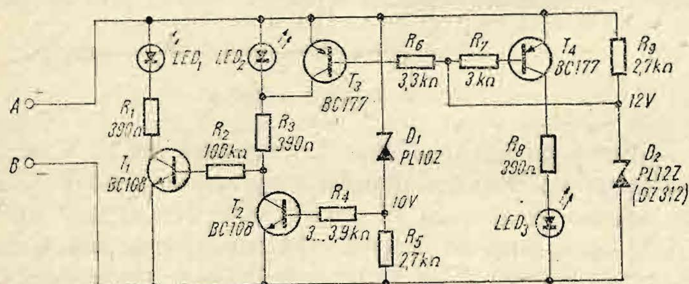


Fig. 15 — Indicator de tensiune cu LED.

cată la bornele $A - B$ ale schemei, ordinea de aprindere fiind dată în tabelul 7

În cazul cînd tensiunea aplicată la bornele de intrare se apropie de valoarea 10 V, atunci *LED 1* va începe să lumineze. Creșterea în continuare a tensiunii pînă aproape de 11 V

conduce la deschiderea diodei Zener D_1 (10 V), ceea ce face ca prin R_5 să treacă un curent și ca atare T_2 să se deschidă și *LED2* să lumineze.

Deci pentru o tensiune de circa 11 V vor lumina *LED 1* și *LED2*. Pentru o tensiune peste 11 V și aproape de 12 V, tensiunea la colectorul lui T_2 scade foarte mult ceea ce face ca baza lui T_1 să rămînă fără polarizare și ca atare *LED 1* să se stingă.

Tabelul 7

LED 1	LED 2	LED 3	Tensiunea [V]
Aprins	Stins	Stins	10
Aprins	Aprins	Stins	11
Stins	Aprins	Stins	12
Stins	Aprins	Aprins	13
Stins	Stins	Aprins	14

Pentru 12 V, rămîne aprins numai *LED 2*.

La creșterea tensiunii peste 12 V începe să lucreze dioda Zener D_2 și tensiunea de 12 V aplicată prin R_7 tranzistorului T_4 va conduce la aprinderea lui *LED 3*. În acest mod, pentru 13 V vor fi aprinse *LED 2* și *LED 3*. La creșterea tensiunii la 14 V, tranzistorul T_3 se deschide șuntînd dioda *LED 2* care se va stinge; în acest caz vom constata că este aprinsă numai *LED 3*. Tensiunea între colectorul și emitorul tranzistorului T_3 cînd acesta este deschis este cuprinsă între 0,2 ... 0,3 V.

Dacă schimbăm valoarea diodelor Zener, se vor modifica și intervalele de tensiune sesizate.

Pe timpul experimentării vom constata că *LED 1* începe să se aprindă de la o tensiune începînd cu 6 V. Pentru tensiuni foarte apropiate, după deschiderea diodei D_1 sau D_2, intrarea sau ieșirea LED-urilor din funcțiune are loc destul de brusc. Se recomandă ca după realizarea montajului să se facă determinarea exactă a intrării în funcțiune a diodelor electroluminiscente funcție de tensiunea aplicată la bornele $A - B$, eventualele ajustări putîndu-se face prin sortarea diodelor Zener sau prin modificarea în limite mici a rezistoarelor din colectorul tranzistoarelor. Montajul este util și pentru supravegherea acumulatorului de 12 V de la bordul autoturismelor.

3. *Două tensiuni de la o singură înfășurare*

Atunci cînd avem nevoie de două tensiuni continue în care una să fie dublul celeilalte și trebuie să realizăm o asemenea sursă cu mijloace cît mai puține, se poate folosi una din schemele din figura 16.

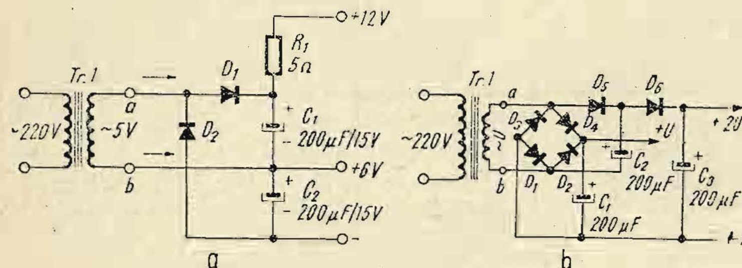


Fig. 16 — Dublori de tensiune.

Astfel, în figura 16, a, de la o înfășurare de 5 V a unui transformator de sonerie putem obține o tensiune de circa 6 V c.c., precum și dublul acesteia, adică circa 12 V c.c. Semialternanța pozitivă a sinusoidei de 50 Hz, obținută de la înfășurarea secundară a *Tr. 1*, pornește din punctul *a* trece prin D_1, încarcă capacitorul C_1 și se întoarce în punctul *b*. Prin aceasta, la bornele lui C_1 se obține o tensiune de circa 6 V.

Cealaltă semialternanță — care știm că străbate înfășurarea în sens invers — pleacă din punctul *b*, trece prin C_2 încărcîndu-l și prin D_2 la punctul *a*.

Cum C_1 și C_2 sînt în serie, tensiunile de la bornele lor se vor însuma, ceea ce permite obținerea tensiunii de 12 V. Diodele folosite pot fi din seria 1N4001 ... 1N4007 sau echivalente lor.

Curentul de sarcină debitat de sursa descrisă se situează în jurul valorii de 150 mA. Rolul rezistorului R_1 este de a limita valoarea curentului în caz de scurtcircuit. La exemplul dat s-a ales valoarea tensiunii alternative de 5 V. Schema este însă valabilă și pentru orice altă tensiune, avînd însă grijă să alegem componentele cu tensiuni de lucru corespunzătoare.

O altă variantă care permite, de asemenea, obținerea a două tensiuni de la aceeași înfășurare este dată în figura 16, b. De la tensiunea $\sim U$ culeasă din secundarul transformatorului *Tr. 1* prin redresare în puntea D_1 ... D_4 și filtrare cu C_1 se obține tensiunea $+U$.

La bornele lui C_3 apare tensiunea acumulată de C_2 în serie cu tensiunea redresată prin dioda D_3, deci o tensiune de $+2U$.

Rolul diodei D_6 este de a opri descărcarea lui C_3. La alegerea diodelor D_1 — D_4 trebuie să avem în vedere faptul că prin D_3 trece atît curent care încarcă capacitorul C_2 cît și pe C_3. Funcție de tensiunile $+U$ și $+2U$ necesare vor fi alese și celelalte componente ale schemei.

4. *Manipulator electronic*

Pentru transmitere în cod Morse, în afară de clasicul manipulator, se folosesc și așa-numitele manipulatoare electronice, realizate după diverse scheme.

La un asemenea manipulator, acționarea se face tot manual, dar de data aceasta operatorul acționează un comutator care pe o poziție culege „linii" produse de un oscilator, iar pe cealaltă poziție culege „puncte" produse de alt oscilator. Timpul de menținere a pîrghiei de contact într-o parte sau alta permite culegerea și deci transmiterea mai multor puncte sau linii.

O schemă simplă de manipulator electronic ce poate fi construit și folosit în instalațiile de antrenament sau de trafic radio este prezentată în figura 17.

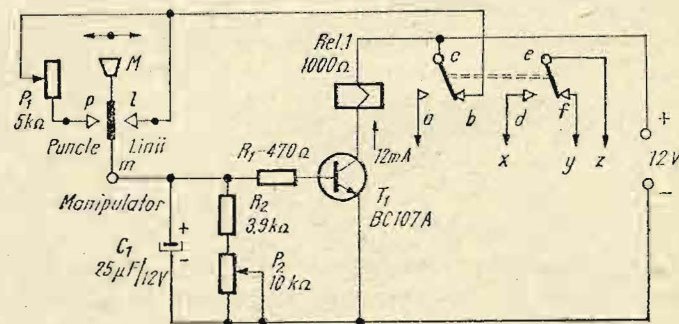


Fig. 17 — Manipulator electronic.

Ca piese principale care intră în compunerea acesteia remarcăm tranzistorul T_1, care este de tip BC-107 A (sau altul similar), releul *Rel. 1* de 1 000 Ω și un manipulator *M* care, spre deosebire de manipulatoarele simple, este astfel construit încît brațul *m* să se afle în repaus, în poziție centrală.

Alimentarea se face de la o sursă de 12 V, consumul de curent în repaus fiind zero, iar în timpul lucrului atingînd 15 mA.

Schema este desenată cu contactele releului *Rel. 1* în poziție de repaus.

Ca principiu, schema se bazează pe polarizarea temporizată a bazei tranzistorului T_1, polarizare care comandă curentul de colector și deci acționarea releului *Rel. 1*.

La acționarea (deplasarea) brațului *m* al manipulatorului către poziția „linii" (contactul *l*) tensiunea +12 V se aplică prin contactul de repaus *c* — *b* al releului *Rel. 1* prin contactul de linii, „*m* —*l*" al manipulatorului *M*, la bornele capacitorului C_1, la grupul $R_2 — P_2$ și bazei lui T_1 prin R_1. Din acest moment capacitorul C_1 începe să se încarce, fiind supus direct la sursa de 12 V, iar la foarte scurtă durată de timp tranzistorul T_1 se deschide.

Curentul de colector ce străbate T_1 va trece și prin înfășurarea releului *Rel. 1* acesta anclanșîndu-se. Desfăcîndu-se contactul „*c* —*d*", tensiunea de +12 V aplicată, așa după cum am arătat mai înainte, se întrerupe. Tranzistorul T_1 și deci și *Rel. 1* vor continua să stea însă acționate încă un timp *t* deoarece C_1 încărcat, menține baza polarizată. Datorită grupului $R_2 — P_2$ conectat în derivație, C_1 începe să se descarce, descărcare care durează un timp $t = 0{,}7\ (R_2 + R_{P_2})\ C_1$ unde R_{P_2} este rezistența introdusă de potențiometrul P_2. Cînd datorită descărcării — tensiunea de polarizare a bazei scade sub valoarea de 0,6 V, T_1 se blochează, iar releul *Rel. 1*, nemaifiind străbătut de curent revine în poziția de repaus. Timpul cît releul a stat atras, respectiv timpul cît contactele *a* —*c* respectiv *d* —*e* au fost făcute, reprezintă durata unei linii. Această durată poate fi modificată prin micșorarea sau mărirea valorii introduse în circuit de potențiometrul P_2. Pentru situația cînd cursorul este deplasat în sus (fig. 17) valoarea rezistenței introduse este mică, durata unei linii fiind mică și invers. Pentru linii de durată mai mică, într-o unitate de timp vor fi transmise

mai multe semne față de cazul cînd liniile au durată mai mare; pentru acest motiv se mai spune că din P_2 se reglează „viteza de lucru (manipulare)".

Dacă după revenirea lui *Rel. 1* în poziția de repaus, adică după transmiterea primei linii continuăm să menținem manipulatorul acționat pe poziția „linii" ciclul se reia, schema generînd linii, atît timp cît *M* este acționat.

La trecerea manipulatorului în poziția „puncte" observăm că se stabilește contactul *m* —*p*, tensiunea de +12 V ajungînd de data aceasta la C_1 prin intermediul potențiometrului P_1.

Efectul înserierii lui P_1 în circuitul de încărcare a lui C_1 constă în înmagazinarea unei cantități de electricitate *Q* mai mică pînă în momentul cînd T_1 se deschide, față de cazul fără P_1 în circuit. Aceasta determină o descărcare mai rapidă a capacitorului C_1 pe grupul $R_2 — P_2$ și ca atare o durată mai mică de stabilire a contactului „*a* —*c*", respectiv „*d* —*e*". În acest caz schema generează „puncte".

Prin reglarea lui P_1 se poate obține ca durata unui punct să fie o treime din durata unei linii, așa după cum cere regulamentul de exploatare telegrafică. Acționarea emițătorului radio sau a generatorului se face cu ajutorul contactelor „*a* —*c*" sau a grupului de contacte „*d* —*e* —*f*". Dacă manipulatorul se folosește pentru învățarea codului Morse sau pentru antrenament, atunci una din aceste perechi de contacte va fi folosită pentru punerea în funcțiune a unui generator audio, alimentat de la aceeași sursă; astfel, dacă se conectează alimentarea acestui generator audio între contactul „*a*" și borna de —12 V, ori de cîte ori releul va fi acționat generatorul va intra în funcțiune producînd „puncte" sau „linii".

La realizarea acestui manipulator o atenție trebuie acordată capacitorului care trebuie să aibe o valoare de 22 ... 25 μF și cu o tensiune de lucru de minim 12 V. Este de dorit să fie folosit un capacitor cu tantal, iar în lipsa acestuia un capacitor electrolitic obișnuit, dar cu curenți de fugă cît mai mici. Pentru acest motiv se impune ca înainte de fixarea acestui capacitor în montaj, el să fie verificat cu un ohmmetru, urmărind să obținem o rezistență de scurgere de peste 1 M Ω.

Pe panoul cutiei care va proteja montajul, cele două potențiometre pot fi prevăzute cu un disc pe care să fie inscripționate valorile de timp obținute, urmărind ca în timpul folosirii manipulatorului să avem un control al vitezei de lucru.

Manipulatorul *M* se va realiza pe un suport din lemn sau din masă plastică, sau orice material izolator gros de circa 10 mm și tăiat la dimensiunile 120 × 70 mm. Piesa centrală *m*, care este și piesa mobilă, se va realiza dintr-o tablă din orice material groasă de circa 1,5 mm și tăiată la dimensiunile 90 × 10 mm. Pentru readucerea de fiecare dată în poziția de repaus (centrală) a acesteia, se va folosi o lamă de arc nituită la una din extremități. La extremitatea cealaltă a piesei *m* se va fixa o manetă din plastic folosită în timpul manipulării.

Contactul central se va realiza sub forma unui nit din cupru cu diametrul de 3 ... 4 mm, fixat la circa 30 mm de capătul dinspre manetă.

Contactele „*p* și *l*" se vor fixa lateral contactului central: ele vor fi realizate din vîrfuri de alamă fixate prin filetare în doi suporți montați pe placa de bază.

Pentru laboratorul de electronică

În laboratoarele cercurilor de electronică mai mult sau mai puțin dotate, totdeauna este loc pentru încă un montaj, care fie că are o utilitate imediată fie că va ajuta altă dată pentru cine știe ce experiment. În această idee sînt prezentate un grupaj de scheme simple și cu mare stabilitate în timp.

1. *Convertor 1,5 V/4,5 V*

Prima schemă din acest grupaj este un convertor de tensiune care permite obținerea, de la o baterie de 1,5 V (R-20) a unei tensiuni de 4,5 V. Acest convertor își găsește utilitatea ca sursă de alimentare internă pentru unele tipuri de AVO-metre care pentru măsurarea rezistoarelor de mare valoare (scara $x10^4$) au nevoie de o a doua sursă de tensiune, tensiune care are o valoare mai mare decît prima sursă care, de regulă,

este de 1,5 V. Convertorul pe care îl propunem se poate realiza sub un volum foarte mic, el putînd fi introdus în locașul rezervat celei de a doua baterii.

Motivul pentru care este indicat să apelăm la un asemenea montaj este legat de faptul că solicitarea AVO-metrului pentru poziția de lucru în care se introduce și sursa a doua este destul de rară, bateria respectivă autodescărcîndu-se în timp.

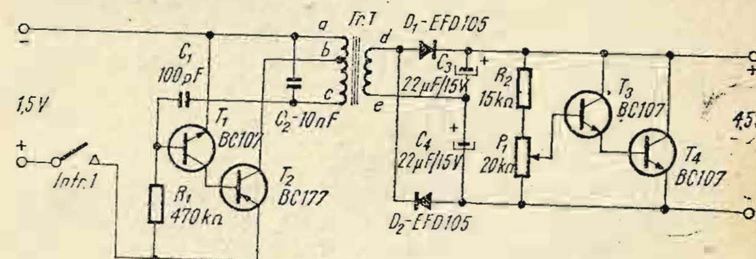


Fig. 18 — Convertor 1,5/4,5 V.

Schema de principiu a convertorului 1,5 V/4,5 V este dată în figura 18. Tensiunea de 1,5 V care se culege de la bateria AVO-metrului este cuplată prin intermediul unui întrerupător miniatură *Intr. 1*. În acest moment intră în funcțiune oscilatorul *LC* realizat cu tranzistoarele T_1 și T_2 care va genera o frecvență în jur de 12 kHz. Tensiunea ce apare la bornele „*d* — *e*" ale înfășurării secundare este redresată și filtrată de dublorul de tensiune realizat cu D_1 — D_2 și C_3 — C_4. Tensiunea astfel obținută este introdusă într-un stabilizator de tensiune tip derivație, realizat cu tranzistoarele T_3 — T_4 și divizorul R_2 — P_1. Obținerea tensiunii de 4,5 V se face prin reglarea potențiometrului P_1.

Transformatorul T_1, al cărui primar, împreună cu C_2, formează circuitul oscilant *LC* al generatorului, se va realiza fie pe un pachet de tole miniatură, fie pe o carcasă tip oală din ferită, avînd diametrul interior de minimum 20 mm. Înfășurarea primară realizată cu sîrmă de cupru emailat de 0,1 mm grosime cuprinde între ieșirile „*a* — *b*" un număr de 110 spire, iar între ieșirile „*b* — *c*" un număr de 380 spire bobinate în continuare.

După o izolație de două straturi cu hîrtie ceruită se va bobina, cu același tip de sîrmă, înfășurarea secundară

„d — e", care va conține un număr de 340 spire. Montajul se va realiza pe o placă cu cablaj imprimat, avînd dimensiunile adecvate locului unde va fi introdus.

Reglarea tensiunii de 4,5 V se poate face cu un voltmetru de c.c. sau se reglează prin aducerea la zero a ohmmetrului pentru care schema a fost construită.

Curentul consumat de la sursa de 1,5 V este în jur de 8 mA. Curentul consumat în circuitul de 4,5 V nu depășește în general valoarea de 300 microamperi.

Pentru nevoi de tensiuni mai mari de 4,5 V se va recalcula înfășurarea secundară, bobinînd 80 spire pentru fiecare volt în plus.

2. *Etalon de tensiune*

Etalonul clasic de tensiune este pila electrică tip Volta. Pe parcurs au apărut și alte tipuri de generatoare de c.c., care au fost întrebuințate drept etaloane de tensiune însă acestea nu sînt accesibile oricînd și oriunde.

Înainte de a trece la descrierea etalonului propus de noi să vedem la ce se folosește un asemenea dispozitiv. Prin definiție, în general, un etalon este o măsură tip, acceptată oficial, și care stă la baza unui sistem de unități de măsură. În cazul nostru, etalonul de tensiune propus este o sursă capabilă să debiteze o tensiune, exprimată în volți, foarte precisă, constantă în timp și care este folosită de regulă pentru etalonarea și verificarea voltmetrelor. Dispunînd așadar de un asemenea etalon vom putea verifica oricînd dacă voltmetrul pe care îl folosim își păstrează etalonarea efectuată de fabrica constructoare, sau invers, cînd realizăm un voltmetru putem efectua inscripționările de rigoare plecînd de la valoarea etalon. Etalonul propus în cele ce urmează este un etalon electronic, realizat cu tranzistoare și care este capabil să asigure la ieșire o tensiune foarte constantă și cu valoarea de 1 volt.

Schema după care vom realiza etalonul este dată în figura 19. Ea se prezintă ca un cuadripol, avînd intrarea la bornele $A - B$, iar ieșirea la bornele $C - D$.

La intrarea $A - B$ se aplică o tensiune continuă care poate avea orice valoare cuprinsă între 1,3 V și 3 V. După ce trece prin tranzistorul serie T_1, curentul debitat de tensiunea nestabilizată ajunge la borna de ieșire notată cu C. Prin

polarizarea aplicată prin R_1, tranzistorul T_2 este deschis ceea ce asigură aducerea lui T_1 în apropierea zonei de saturație. Tendința de creștere a tensiunii de ieșire este sesizată în baza lui T_3 prin intermediul divizorului $R_2 - R_3$. T_3 se deschide, ceea ce duce la micșorarea tensiunii aplicate bazei lui T_2, iar mai departe la micșorarea curentului de bază din T_1. În acest mod T_1 devine mai „rezistiv", căderea de ten-

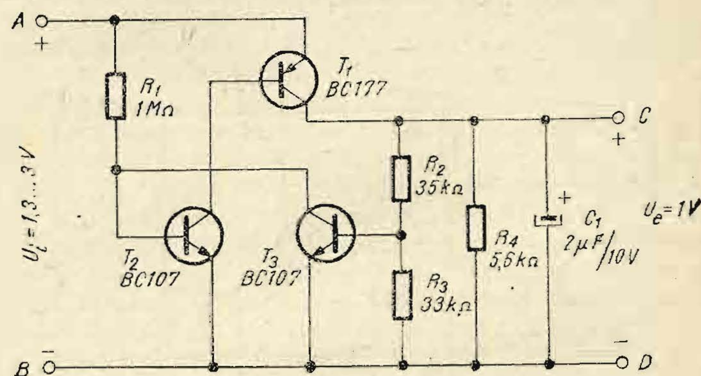


Fig. 19 — Etalon de tensiune.

siune între emitorul și colectorul său crește, preluînd astfel variația de tensiune apărută la intrarea $A - B$. În consecință tensiunea la ieșire se păstrează constantă, mecanismul de funcționare al rețelei de stabilizare fiind același cînd tensiunea de intrare are tendința de scădere.

Rezistorul R_4 are rolul de a asigura existența în permanență prin circuitul serie a unui mic curent de stabilizare, iar capacitorul C_1 are rol de filtru.

Curentul maxim care poate fi absorbit la ieșirea $C - D$ de 1 volt este maximum 3 mA.

Pentru verificarea etalonării unui voltmetru de c.c., acesta se va cupla la bornele $C - D$.

Dacă, datorită tranzistoarelor folosite, nu se obține de la început tensiunea de 1 volt, aceasta poate fi obținută prin reglajul rezistorului R_2 în limite cuprinse între $\pm 10\%$.

3. *Indicator de nul cu LED-uri*

Montajul pe care îl prezentăm în figura 20 este destinat a fi folosit ca indicator de nul în compunerea punților Wheat-

stone, lucrînd în c.c., fie ca indicator de acord în radioreceptoarele cu modulație în frecvență din gama UUS. În principiu, schema semnalizează dacă la intrarea sa este aplicată succesiv o tensiune pozitivă, o tensiune negativă sau o tensiune nulă.

Elementul indicator este dioda LED, conectată în circuit prin intermediul tranzistoarelor, cît și prin intermediul rezistoarelor.

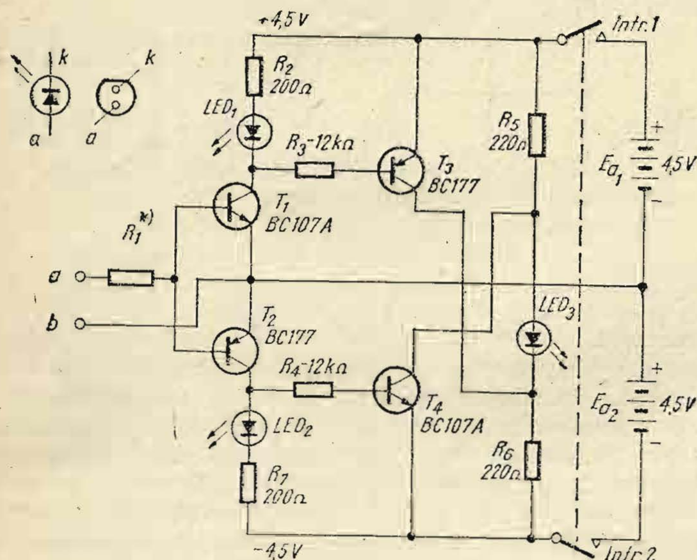


Fig. 20 — Indicator de nul cu LED.

Alimentarea se face de la două baterii de 4,5 V (3R12) conectate în serie, consumul de curent fiind în jur de 20 mA pentru fiecare baterie.

Cînd la intrarea a — b nu este conectată nici o tensiune (sursele Ea_1 și Ea_2 fiind cuplate), tranzistoarele complimentare T_1 și T_2 sînt blocate, iar LED_1 și LED_2 stinse. De asemenea, sînt blocate și tranzistoarele T_3 — T_4, care nu au asigurată tensiunea de polarizare. În schimb va fi aprinsă dioda LED_3 care este conectată prin intermediul rezistoarelor R_5 — R_6 la tensiunea de 9 V. Prin LED_3 va trece un curent:

$$i_3 \simeq \frac{Ea_1 + Ea_2}{R_5 + R_6 + rd} = \frac{9\text{V}}{540\ \Omega} \simeq 20\ \text{mA},$$

unde r_d = rezistența internă a diodei LED_3 care are valoarea de circa 100 Ω.

În această situație, la bornele diodei LED_3 vom găsi o tensiune de aprox. 1,8 V, iar la bornele rezistoarelor R_5 și R_6 o tensiune de 3,6 V pe fiecare. Cînd la intrarea a — b se aplică o tensiune continuă cu plusul la borna a, tensiune ce trebuie să asigure bazei lui T_1 un curent de 50 la 60 microamperi, atunci tranzistorul T_1 se deschide, ceea ce face ca dioda LED_1 străbătută de curentul de colector (circa 20 mA) să se aprindă. Prin deschiderea lui T_1 căderea de tensiune dintre emitorul și colectorul său este sub 1 volt, ceea ce permite ca — prin rezistorul R_3 — tranzistorul T_3 să primească tensiune de polarizare. În acest mod, cei circa 0,7 V aplicați bazei lui T_3 fac ca acesta să se deschidă, curentul său de colector închizîndu-se prin R_6. În acest moment dioda LED_3 se stinge, deoarece ea este șuntată de tranzistorul T_3 deschis. Tensiunea care o vom găsi la bornele rezistorului R_6 este de circa 8,5 V, ceea ce confirmă încă odată că LED_3 se stinge. Tensiunea pozitivă care se aplică la intrarea a — b și care am văzut că trebuie să asigure un curent de 50 la 60 microamperi, poate avea valoarea cuprinsă între 0,6 V și cîțiva volți. Atunci cînd schema va fi folosită într-un anumit circuit va trebui să avem în vedere valoarea rezistorului R_1 care va trebui calculat astfel:

$$R_1 = \frac{U_c - U_{BE}}{I_{b_1}} = \frac{U_c - U_{BE}}{60 \times 10^{-6}},$$

unde: U_c = valoarea în volți a tensiunii controlate
I_{b_1} = curentul în amperi prin baza lui T_1 considerat la 60 microamperi (60×10^{-6} A)
U_{BE} = tensiunea dintre baza și emitorul tranzistorului (U_{BE} = 0,7 V)

Exemplificînd, dacă U_c = 1,9 V, rezultă un rezistor serie R_1 de 20 kΩ.

Din schemă se observă că aplicarea tensiunii pozitive la bornele a — b nu influențează cealaltă parte a circuitului

deoarece T_2 fiind de structură *pnp*, la aplicarea tensiunii pozitive pe bază se blochează. La dispariția tensiunii de la bornele *a* — *b* sau atunci cînd aceasta produce la baza lui T_1 o tensiune sub 0,5 V, schema trece în poziția „zero", iar LED_3 se aprinde din nou.

Dacă la intrarea *a* — *b* se aplică o tensiune negativă — minusul tensiunii controlate fiind conectat la borna *a* —, atunci intră în funcțiune partea de jos a schemei cînd se deschide T_2 se aprinde LED_2 și se stinge LED_3, mecanismul de funcționare, tensiunile și curenții care intră în jur fiind aceiași ca și pentru primul caz.

Tensiunea negativă aplicată intrării nu va afecta tranzistorul T_1 deoarece acesta este de structură *npn*.

Dacă valorile tensiunii negative și pozitive sînt egale între ele atunci R_1 poate fi comun, așa cum este arătat în schemă. Dacă cele două tensiuni nu sînt egale, atunci se va calcula pentru fiecare intrare rezistorul R_1 necesar.

Dispunerea celor trei diode *LED* pe cutia ce va proteja montajul se va face așa fel încît intrarea lor în funcțiune să sugereze rapid starea intrării *a* — *b*. Alimentarea poate fi asigurată și de la un redresor obișnuit, tensiunea putînd fi mărită pînă la 5 V.

4. *Verificator logic*

Schema ce o prezentăm în continuare (fig. 21) este de mare utilitate în determinarea rapidă a nivelului de tensiune logic „1" sau „0" de la ieșirea sau intrarea elementelor logice, să controleze trecerea impulsurilor, basculărea schemelor, precum și locurile unde acestea sînt întrerupte sau nu au nivelul de tensiune cerut. Realizată sub forma unei mici cutii sau a unui stilou și alimentată de la sursa circuitului (echipamentului) testat, verificatorul logic este operativ și nu provoacă deranjamente în schema în care este conectat.

Starea logică „1" sau „0" este semnalizată de două diode *LED* de culori diferite (de regulă culoarea roșie pentru nivel 1, iar culoarea verde pentru nivel 0).

Schema este construită pentru logica pozitivă, adică se consideră tensiunea reprezentînd nivelul „1" ca fiind pozitivă față de masă.

Schema cuprinde două tranzistoare *npn* montate ca amplificatoare de c.c. și două diode *LED* montate în opoziție.

Două diode cu siliciu, montate în serie, lucrează ca sursă de tensiune constantă, controlînd curentul din emitorul ambelor tranzistoare.

Tensiunea (nivelul) ce trebuie controlată se culege prin intermediul rezistorului R_1, celălalt conductor fiind conectat la masa montajului.

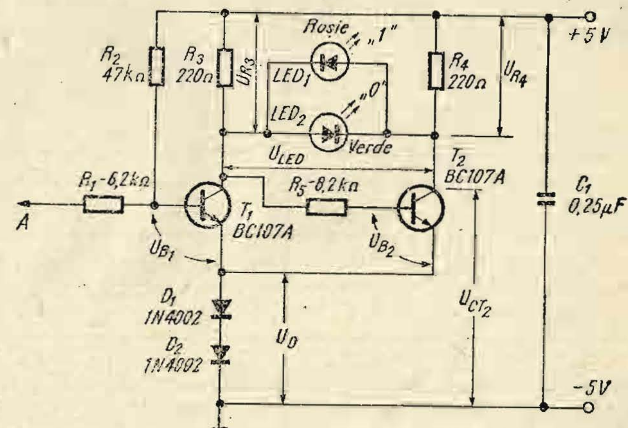


Fig. 21 — Schema verificatorului logic.

Cu tensiunea de alimentare de 5 V cuplată și fără nici un semnal aplicat la intrarea *A*, ambele diode *LED* sînt stinse.

Dacă la intrarea *A* se aplică tensiunea de nivelul „1", adică o tensiune pozitivă în jur de 4 V, atunci tranzistorul T_1 intră în conducție, tensiunea sa de colector apropiindu-se de tensiunea emitorului. În această situație dioda LED_1 se aprinde, curentul care o străbate făcînd parte din următorul circuit: +5 V, rezistorul R_4, dioda LED_1, tranzistorul T_1, diodele D_1 — D_2, —5 V. În tot acest timp, T_2 este blocat, deoarece tensiunea aplicată bazei sale prin R_5, tensiune ce este preluată din colectorul lui T_1 este foarte mică.

Dacă la intrare se aplică nivelul „0" ceea ce corespunde practic cu conectarea punctului *A* la masă, atunci T_1 se blochează, ceea ce permite tranzistorului T_2 să se deschidă. Prin deschiderea tranzistorului T_2 este creată calea de deschidere a diodei LED_2 prin următorul circuit: +5 V, R_3,

dioda LED_2 tranzistorul T_2, diodele $D_1 - D_2$, -5 V. Deci reținem că la aplicarea nivelului „0" dioda LED_2 va fi aprinsă, în timp ce LED_1 este stinsă.

Curentul care trece prin diodele electroluminiscente este de în jur de 20 mA. Tensiunile de control ce pot fi măsurate în diferite puncte ale schemei sînt trecute în tabelul 8. Pentru obținerea nivelului „1" borna A se va cupla la $+5$ V, iar pentru nivelul „0" la -5 V.

Tabelul 8

Circuitul măsurat	Intrarea A fără semnal (repaus)	Intrarea A cu nivel „1"	Intrarea A cu nivel „0"
U_D	1,4 V	1,4 V	1,4 V
U_{CT_1}	2,6 V	1,6 V	3,5 V
U_{CT_2}	1,8 V	3,2 V	1,7 V
U_{R_3}	2,4 V	3,5 V	1,5 V
U_{R_4}	3,2 V	2 V	3,5 V
U_{B_1}	0,62 V	0,75 V	$-0,65$ V
U_{B_2}	0,65 V	0,1 V	0,72 V
U_{LED}	0,9 V	1,7 V	1,7 V

5. *Semnalizator optic*

În foarte multe cazuri este necesar un semnalizator optic, capabil să avertizeze fie ieșirea din funcțiune a unui montaj, fie starea lui de funcționare, fie oricare altă situație ce dorim să o supraveghem.

În această idee prezentăm în continuarea două scheme foarte fiabile, economice și ușor de realizat și care semnalizează prin aprinderea ritmică a unui bec.

Prima schemă dată în figura 22, a reprezintă un semnalizator optic realizat cu bec cu incandescență. Acest semnalizator este foarte „elastic" în sensul că poate funcționa cu tensiuni de la 1,5 V la 6,3 V, cu condiția montării unui bec L_1 adecvat, respectiv dacă alimentăm montajul de la 1,5 V se va monta un bec de mică tensiune, adică becul de lanternă de 2,2 V/0,18 A. De asemenea, montajul poate funcționa pentru diverse frecvențe de lucru, funcție de valoarea capacitorului C_1 din montaj. Schema constă dintr-un

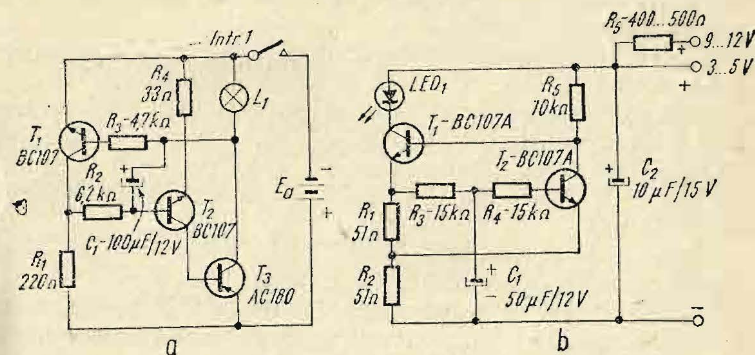


Fig. 22 — Semnalizatoare optice.

multivibrator nesimetric realizat cu trei tranzistoare din care un tranzistor de medie putere (AC-180) de tip *pnp* și două tranzistoare de mică putere (BC-107 A) de tip *npn*. Curentul consumat de montaj depinde de becul L_1 montat în circuit precum și de valoarea tensiunii de alimentare Ea. Pentru cîteva cazuri uzuale și pentru $C_1 = 100$ µF, aceste valori sînt trecute în tabelul 9.

Tabelul 9

Valoarea tensiunii sursei Ea [V]	Curentul consumat [mA] L_1 = 2,2 V/0,18 A	L_1 = 4 V/0,3 A	L_1 = 6,3 V/0,3 A
1,5	130	—	—
2,0	170	170	150
2,5	190	220	175
3,0	—	250	195
4,0	—	300	235
4,5	—	350	260
5,0	—	—	285
6,3	—	—	350

Acest semnalizator poate fi folosit și ca dispozitiv independent pentru a avertiza diverse situații, cum ar fi un autovehicul rămas în pană, o zonă periculoasă accesului etc. Dacă dispunem de becuri cu consum mai mic de curent, ele pot fi folosite fără nici un pericol de distrugere. Pentru tensiuni mai mari de alimentare va trebui să mărim valoarea rezistoarelor din circuit.

Un alt tip de semnalizator, realizat însă cu o diodă electroluminiscentă (LED), este dată în figura 22, b.

Schema reprezintă tot un multivibrator nesimetric, realizat cu două tranzistoare BC-107 A. Alimentarea montajului se poate face fie cu o tensiune de 3 ... 5 V fie cu o tensiune de 9 ... 12 V. Consumul de curent în ambele cazuri este de circa 20 mA.

Ritmul de aprindere a diodei LED_1 poate fi reglat prin modificarea capacitorului C_1 între 10 μF și 100 μF.

Montajul are o funcționare foarte stabilă și chiar în condițiile variației temperaturii mediului înconjurător între +5°C la +40°C. Capacitorul C_2 din schemă are rolul de filtru.

ELECTRONICA ÎN EXCURSII

Paza unui perimetru

Paza unui cort sau a unui grup de corturi, contra unor animale sau a unor persoane care ar încerca să pătrundă în interiorul unui perimetru pe care ni-l propunem să fie supravegheat electronic, se poate realiza foarte simplu instalînd montajul prezentat în figura 23.

Montajul reprezintă un multivibrator simetric realizat cu tranzistoarele T_1 — T_2 și un amplificator de joasă frecvență realizat cu T_3.

Elementul care sesizează violarea perimetrului supravegheat îl reprezintă un fir de cupru cu diametrul de 0,1 mm, fir ce înconjoară suprafața păzită.

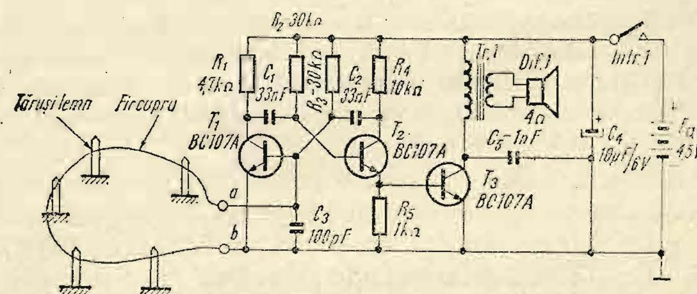


Fig. 23 — Paza unui perimetru.

Firul de cupru, care din punct de vedere electric prezintă o rezistență de cîțiva ohmi, este conectat între baza tranzistorului T_1 și masa montajului. În această situație multivibratorul nu va funcționa și deci în difuzorul D_1 nu se va auzi nici un sunet. Consumul de curent în această poziție de „așteptare" este de circa 500 μA. În momentul în care cel care în-

cearcă să pătrundă în perimetru, va agăța firul de cupru întins la suprafața pămîntului rupîndu-l; urmărind schema observăm că în acest caz scurtcircuitul realizat de firul de cupru dispare, baza tranzistorului T_1 primește alimentare prin R_3 și montajul începe să oscileze. Cum semnalul generat este cules de la bornele rezistorului R_5 și introdus în baza lui T_3, rezultă că în difuzor se va auzi semnalul de alarmă.

În poziție de funcționare montajul consumă un curent de 2,5 mA. Frecvența semnalului de alarmă poate fi modificată prin schimbarea cu cîțiva nanofarazi a capacitoarelor C_1 și C_2.

Constructiv montajul va fi realizat sub forma unei cutii paralelipipedice în care se va introduce atît schema electronică, cît și difuzorul și sursa de alimentare, care va fi o baterie de 4,5 V tip 3R12. Pe panou se va scoate întrerupătorul *Intr. 1* și cele două borne *a* — *b* la care se va cupla firul sesizor. Transformatorul *Tr. 1* va fi de tipul celor folosite la difuzoarele din rețeaua de radioficare sau un transformator de ieșire de la radioreceptoarele tip Mamaia, de la care se va folosi numai una din înfășurările primare. Dacă dorim să realizăm acest transformator atunci vom folosi un pachet de tole E-6 cu o secțiune a miezului de circa 1,5 cm².

Înfășurarea primară va fi realizată cu sîrmă de cupru emailat, cu diametrul de 0,15 mm și va cuprinde un număr de 500 spire. Înfășurarea secundară va avea un număr de 80 spire și va fi realizată cu sîrmă de cupru emailat cu diametrul de 0,5 ... 0,6 mm.

Difuzorul folosit va avea o putere maximă de 0,25 W și va fi ales din tipurile care au o impedanță a bobinei mobile de 4 Ω. Schema asigură un semnal suficient de puternic chiar dacă în locul difuzorului împreună cu *Tr. 1* se cuplează o cască de 65 Ω.

Firul de sesizare va fi întins la o înălțime de circa 20 cm de la suprafața pămîntului și va fi susținut de cîțiva țăruși confecționați din lemn. Deoarece pe timpul zilei firul de cupru va fi strîns, se va folosi în acest scop un mosor special realizat și care va fi păstrat în cutia acestui dispozitiv.

Montajul funcționează cu tensiuni de alimentare cuprinse între 3 V și 4,5 V.

Electronica contra țînțarilor

În excursii, la pescuit sau acasă, prezența țînțarilor este foarte obositoare și nedorită. Studii efectuate de insectologi cu constatat că numai femelele țînțar sînt cele care produc acele înțepături neplăcute; de asemenea, s-a constatat că vibrații ale aerului produse de un generator audio cu o frecvență de 2 kHz atrage țînțarii masculi, care sînt inofensivi, îndepărtînd în același timp femelele.

Studii mai recente arată că sunete asemănătoare cu cele produse de țînțarii masculi în zbor și care au frecvența în jur de 5 000 Hz, produc îndepărtarea femelelor. La unele specii, femelele țînțar sînt îndepărtate și pentru frecvențe foarte înalte, situate dincolo de limita de 10 kHz. Ca urmare a acestor studii s-au construit oscilatoare audio, cu frecvența variabilă și care prin intermediul unui mic difuzor sau al unei căști piezoceramice sau cu membrană metalică, produc vibrații ale mediului înconjurător care îndepărtează aceste insecte agresoare. Un asemenea oscilator este eficace pe o rază de circa 5 m, distanță suficientă pentru a proteja, de exemplu, un pescar aflat pe un mal sau într-o barcă. Schemele după care sînt construite asemenea generatoare sînt foarte diverse, însă nici una din ele nu pune probleme pentru a fi realizată. Dintre aceste scheme, prezentăm două variante, capabile să acopere un domeniu larg de frecvențe, dînd astfel posibilitatea constructorului să stabilească frecvența cea mai eficace în prezența țînțarilor. Prima schemă arătată în fig. 24, a reprezintă un oscilator tip multivibrator nesimetric, realizat cu tranzistoarele complementare T_1 și T_2.

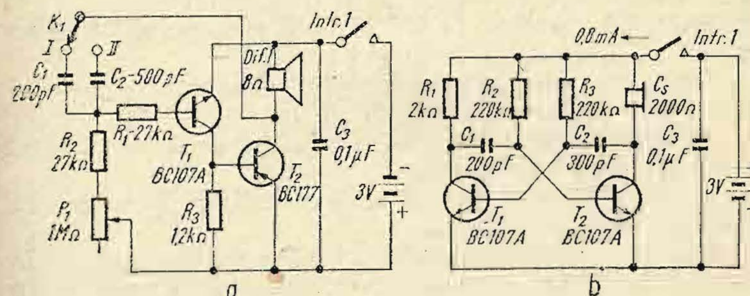


Fig. 24 — Oscilatoare contra țînțarilor.

Sunetul este emis de un difuzor miniatură cu impedanța bobinei mobile de minimum 8 Ω, conectat în colectorul celui de-al doilea tranzistor. Alimentarea se face de la o tensiune de 3 V (2 baterii R-20), consumul de curent fiind de circa 10 mA.

Reglarea frecvenței se face brut din comutatorul K_1 și apoi fin din potențiometrul P_1.

Astfel, cînd comutatorul K_1 se află în poziția *I* oscilatorul va emite sunete în gama 4 000 ... 15 000 Hz, reglate în această bandă cu ajutorul lui P_1, iar cînd este trecut în poziția *II* emite sunete cuprinse între 1 500 ... 8 000 Hz. Montajul se va realiza sub forma unei cutii, de preferat cilindrice, avînd diametrul difuzorului folosit. Difuzorul se va fixa la unul din capete cu membrana către exterior, așa fel ca o zonă de circa 50 mm din cilindru să formeze un fel de pîlnie. Pe timpul repausului, această parte a cutiei se va astupa cu un capac din tablă. Pe timpul lucrului capacul se scoate, membrana fiind protejată de un tifon fixat pe un inel de sîrmă și introdus în partea interioară a cutiei.

Bateriile se vor introduce prin cealaltă parte a cilindrului, între compartimentul lor și restul cutiei fiind cositorit un perete (disc) despărțitor. Trecerea tensiunii dintr-o parte în alta se va face în acest caz prin intermediul unor izolatori de trecere. Întrerupătorul *Intr. 1*, comutatorul K_1 și potențiometrul de reglaj P_1 se vor fixa pe peretele cutiei. Restul montajului se va realiza pe o plăcuță sub forma unui disc și va fi fixată sub difuzor.

A doua schemă cu care se obțin, de asemenea, rezultate bune, este prezentată în fig. 24, b. Este vorba de un multivibrator astabil realizat cu două tranzistoare BC-107 A, cu $\beta \simeq 100$.

Semnalul, care este în jur de 5 000 Hz, este redat într-o cască avînd impedanța de 2 000 Ω.

Frecvența se poate modifica prin schimbarea valorii capacitorului C_1 cu valori pînă la 20%.

Alimentarea se face de la o tensiune de 3 V, curentul consumat fiind sub 1 mA.

Constructiv se vor urma aceleași indicații ca și pentru montajul din figura 24, a.

Cînd dispozitivul este folosit în încăperi, el se va așeza în dreptul ferestrelor sau ușilor, la înălțimea de circa 1 m. În excursii se va așeza la intrarea în cortul pe care l-am instalat.

Pentru alte situații se vor determina pozițiile optime prin experimentări.

Cînd suprafața ce trebuie protejată este mai mare, se recomandă folosirea a două sau trei generatoare dispuse la 15—20 m unul de altul.

Semnalizator de pericol

Pentru marcarea unor locuri periculoase care pe timpul nopții nu pot fi sesizate, pentru indicarea optică a unor puncte de adunare, sau pentru diferite semnalizări în taberele organizate este foarte util și economic să fie folosit un dispozitiv electronic, a cărei schemă de principiu este dată în figura 25.

Montajul se alimentează de la două baterii tip R20 înseriate, care asigură o tensiune de 3 V.

Semnalizarea se face optic prin aprinderea cu o anumită frecvență a celor două beculețe L_1 — L_2 conectate în serie. Caracteristic acestei scheme este faptul că intrarea și ieșirea din funcțiune se face în mod automat, și anume la căderea nopții, cînd montajul emite lumina intermitentă caracteristică, iar pe timpul zilei se blochează.

Elementul sesizor al montajului este un fototranzistor planar epitaxial cu Si, *npn*, tip ROL 031 sau ROL 32

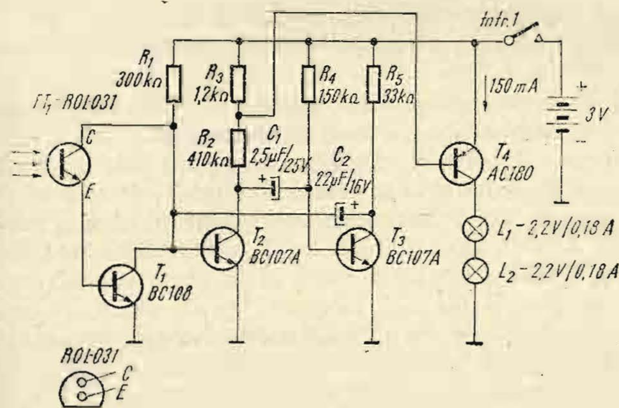


Fig. 25 — Semnalizator de pericol.

(CCSITS), care prezintă proprietatea ca la întuneric rezistența pe care o prezintă între emitor și colector este foarte mare (ordinul megohmilor), în timp ce atunci cînd este luminat rezistența să scadă la valori de ordinul kiloohmilor.

Acest element sesizor comandă intrarea în funcțiune sau blocarea unui etaj multivibrator realizat cu tranzistoarele T_2 — T_3. La rîndul lui, multivibratorul comandă un alt tranzistor T_4 montat ca releu electronic și care are drept sarcină în colector cele două beculețe care se vor aprinde cu intermitență.

Dacă fototranzistorul FT și tranzistorul T_1 nu ar fi conectați în schemă, atunci multivibratorul format din T_2 — T_3 va bascula cu o frecvență de circa 0,2 Hz, iar tensiunea de circa 1 V culeasă de la bornele rezistorului R_3, jucînd rolul de tensiune de polarizare, va face ca cele două beculețe L_1 — L_2 să se aprindă ritmic.

Tensiunea de polarizare apare în momentul cînd T_2 conduce și din punctul unde este culeasă are polaritate negativă față de emitorul tranzistorului T_4.

Cînd se introduce în circuit și T_4 împreună cu L_1 — L_2, consumul de curent, cînd beculețele sînt aprinse, este de 150 mA, iar cînd beculețele sînt stinse de 0,25 mA.

Cu FT_1 și T_1 montate în circuit, așa cum este arătat în schema de principiu, dacă FT_1 nu este luminat, în funcționarea schemei nu se întîmplă nimic, valorile curenților consumați fiind aceleași ca și pentru cazul de mai înainte.

Această situație corespunde lucrului montajului pe timp de noapte, cînd FT_1 aflat în întuneric prezintă o rezistență internă foarte mare.

Cînd se face ziuă și fototranzistorul FT_1 este luminat, atunci el se comportă ca o rezistență de mică valoare, permițînd astfel ca T_1 să primească tensiunea de polarizare de la + 3 V prin R_1 și astfel să se deschidă. Cum T_1 deschis înseamnă tensiune de 0,3 V între colectorul și emitorul său, rezultă că pentru această situație baza lui T_2 din compunerea multivibratorului este șuntată la masă și ca atare basculareа (ca urmare a blocării lui T_2) încetează și ca atare beculețele L_1 — L_2 vor fi stinse. În această stare, consumul montajului este de numai 0,15 mA, circuitul care absoarbe acest curent fiind T_3 împreună cu polarizarea sa asigurată de R_4, precum și T_1 cu FT_1 și R_1. Cu valorile indicate în schema de principiu, cele două beculețe L_1 — L_2 stau aprinse circa 1 s și stinse circa 5 s.

În acest mod se realizează o micșorare a consumului de curent pe timpul nopții de cîteva ori față de cazul cînd cele două beculețe ar fi aprinse continuu.

Pentru modificarea raportului dintre timpul cît beculețele stau aprinse față de timpul cît ele stau stinse, se va acționa asupra capacitoarelor C_1 și C_2.

Astfel, cu cît C_2 este mai mic, cu atît timpul cît L_1 — L_2 stau stinse este mai mic și invers.

Timpul cît L_1 — L_2 vor sta aprinse depinde de mărimea capacitorului C_1.

S-au conectat în serie 2 beculețe de 2,2 V/0,18 A fiecare, pentru a avea un consum de curent mai mic față de situația cînd s-ar fi montat un singur bec de 4 V/0,3 A.

Dacă se dispune de un bec cu tensiune de lucru cuprins între 3 ... 4 V, dar cu un consum sub 200 mA, el poate înlocui pe L_1 — L_2.

Pentru buna funcționare a montajului va trebui acordată atenție calității capacitoarelor C_1 și C_2, deoarece în cazul unor curenți de fugă prea mari multivibratorul nu mai lucrează corect.

Cutia care va proteja montajul împreună cu sursa de alimentare va trebui să fie închisă ermetic pentru ca praful și ploaia să nu pătrundă în interior. Fototranzistorul FT_1 se va fixa tot în interiorul cutiei dar sub o fereastră confecționată din geam gros de 3 mm.

Acest geam va fi fixat prin intermediul unei rame și a unei garnituri de cauciuc așa fel ca ermetizarea să fie realizată și în acest loc.

Beculețele L_1 — L_2 se vor fixa fie lateral, fie pe peretele opus celui cu fereastra pentru FT_1, astfel încît lumina produsă de acestea să nu ajungă la fototranzistor. Pe timpul întrebuințării cutia va fi fixată așa fel ca fereastra fototranzistorului să fie îndreptată spre cer, pentru a primi în bune condiții lumina din timpul zilei.

Radioreceptor fără baterii

Pentru excursii mai lungi, sau pentru vacanțe petrecute în zone unde nu dispunem permanent de baterii de alimen-

tare, putem realiza un radioreceptor capabil să funcționeze fără a avea alimentarea asigurată de la baterii.

Un asemenea aparat oferă avantajul că poate funcționa în permanență și nici nu deranjează pe cei din jur, deoarece audiția se face în cască.

Cel mai simplu receptor fără alimentare este montajul prezentat în figura 26,a. El cuprinde o diodă detectoare cu germaniu tip EFD-105 (EFD-108 etc.), o cască radio de 2 000 Ω (4 000 Ω) sau de 65 Ω (130 Ω) și două fire (fir A și fir B) care reprezintă elementele (dipolul) prin care se culege energia cîmpului electromagnetic. Neavînd circuit acordat pentru selecția unei anumite frecvențe, în cască se vor auzi emisiunile stației de radiodifuziune cele mai apropiate. Lungimea firelor care se leagă la bornele A și B pot varia între 10 și 20 m. Firele vor fi confecționate din liță de antenă sau din fir de conexiune multifilar izolat în plastic. Firele vor fi întinse în direcția postului recepționat și vor fi suspendate pe pomi sau pe stîlpi improvizați.

Rezultate bune se obțin și în cazul cînd în locul unui fir conectat la A sau la B se folosește o priză de pămînt realizată dintr-o vergea sau țeavă introdusă în pămînt umezit. În locul căștii se poate folosi un difuzor cuplat prin intermediul unui transformator de ieșire.

Pentru a recepționa numai un singur post va fi nevoie să folosim un circuit acordat tip LC. În acest mod se obține montajul din figura 26, b, schemă care de fapt reprezintă cunoscutul radioreceptor cu detecție pe cristal (galena). În această schemă, semnalul selectat la bornele circuitului acord LC este detectat de dioda D_1, componenta de radio-

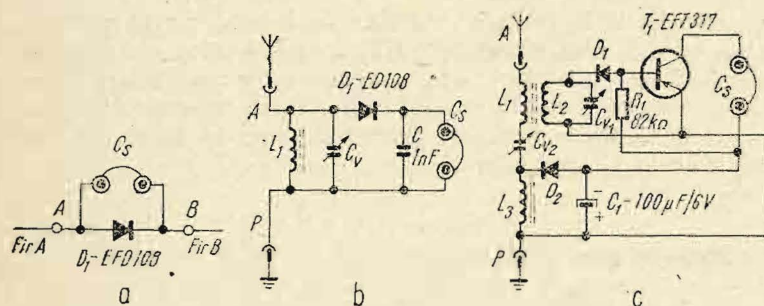


Fig. 26 – Radioreceptoare fără baterii.

frecvență trecînd prin condensatorul C, iar semnalul audio prin casca C_s.

Condensatorul C_v va trebui să aibă o capacitate (cînd este închis) de 500 pF. Se poate folosi și un capacitor variabil dublu tip miniatură de 2 × 270 pF în care scop vom conecta statoarele în paralel.

Inductanța L se poate realiza pe o bară de ferită sau pe o carcasă în aer.

În primul caz se va folosi o bară de ferită tip Cora sau un fragment de 30 mm dintr-o bară cilindrică avînd diametrul de circa 10 mm. Pentru gama undelor medii se vor bobina 60 ... 70 spire cu liță de radiofrecvență sau în lipsa acesteia cu sîrmă de cupru emailat de 0,2 ... 0,25 mm diametru.

Dacă folosim carcasă fără miez de ferită (cu aer), atunci pe un cilindru din plastic sau pertinax, avînd diametrul de 30 mm, se vor bobina cu același tip de sîrmă un număr de 100 spire.

Pentru gama undelor lungi se vor bobina, pentru primul caz, un număr de 240 spire, sub forma unui bobinaj fagure, iar în al doilea caz un număr de 270 spire dispuse între două discuri de carton aflate la 10 mm unul de altul.

La borna A se va cupla o antenă care poate avea o lungime de 15 ... 20 m. Priza de pămînt care se va cupla la borna P se va realiza dintr-o țeavă sau țăruș din metal lung de 300 mm ... 500 mm și introdus în sol umed.

Pentru un montaj îngrijit lucrat și cu o antenă bine degajată este posibilă și audiția într-un difuzor de 0,25 W, cuplat în locul căștilor printr-un transformator de ieșire.

Un alt montaj, realizat de data aceasta cu un tranzistor, este prezentat în figura 26,c. Urmărind atent schema se observă că montajul este construit din două părți: prima parte realizată cu $L_1 - L_2 - D_1 - T_1$ reprezintă radioreceptorul propriu-zis, iar partea realizată cu $L_3 - CV_2 - D_2$, reprezintă alimentatorul. La borna A se cuplează antena care, ca și în cazul celeilalte scheme, va trebui să aibă o lungime de 10—15 m, iar la borna P se va cupla priza de pămînt. Schema funcționează în felul următor:

Semnalele culese de antenă trec prin inductanța L_1, CV_2 o parte prin L_3 la pămînt, iar altă parte prin dioda punctiformă, cu germaniu, D_2 și prin C_1 la pămînt.

Cum prin dioda D_2 — așa cum este montată — trec numai alternanțele negative, rezultă că C_1 se va încărca cu

electricitate provenită de la aceste semialternanțe și la bornele lui va apărea o tensiune continuă de valoare U. Cu această tensiune continuă, obținută pe această cale, se alimentează tranzistorul T_1 prin R_1, fiind asigurată polarizarea, iar tensiunea de colector fiind aplicată prin intermediul căștilor C_s.

În același timp, din semnalele care străbat bobina L_1, în secundarul L_2 va fi pus în evidență doar semnalul a cărui frecvență corespunde cu parametrii mărimilor $L_2 - CV_1$.

Semnalul astfel selectat este detectat prin D_1 după care pătrunde în baza amplificatorului de joasă frecvență T_1, fiind în cele din urmă ascultat în căștile C_s. Pentru recepționarea unei stații de radiodifuziune se poate proceda în felul următor:

Se cuplează antena și priza de pămînt în bucșele respective.

Se rotește CV_1 pînă cînd în cască se va auzi postul dorit. Se manevrează apoi CV_2 pînă cînd semnalul recepționat se va auzi puternic. Pentru realizarea inductanțelor L_1 și L_2, în cazul gamei de unde medii, se va folosi o bară de ferită tip Cora, pe care vom bobina pentru L_2 un număr de 60 spire, folosind liță de radiofrecvență sau sîrmă de cupru emailat avînd diametrul de 0,2 ... 0,25 mm. Bobinajul se va executa spiră lîngă spiră. Peste acesta, la centru, se va bobina L_1 care necesită 10 spire, cu sîrmă de cupru emailat, avînd diametrul de 0,3 mm. Inductanța L_3 se va realiza pe o altă bară de ferită de același tip și va cuprinde un număr de 80 spire bobinate cu aceeași sîrmă ca și în cazul inductanței L_2.

Pentru gama undelor lungi L_1 va cuprinde 25 spire, L_2 un număr de 240 spire, iar L_3 un număr de 280 spire, folosindu-se aceleași diametre de sîrmă ca și în cazul gamei de unde medii. Pentru CV_1 cît și pentru CV_2 vom folosi capacitori variabili tip miniatură, 2 × 270 pF, la care vom lega contactele statoarelor împreună.

Sesizor de ploaie

În excursii, sesizorul de ploaie este util atunci cînd popasul de noapte se face în cort și cînd apariția unei ploi ar putea să ne provoace neplăceri, fie că udă obiecte lăsate afară, fie

că apa ar putea să pătrundă în interior. Instalația electronică pe care o prezentăm (fig. 27) are menirea să ne alarmeze chiar de la primele picături de ploaie, alarmare care se face

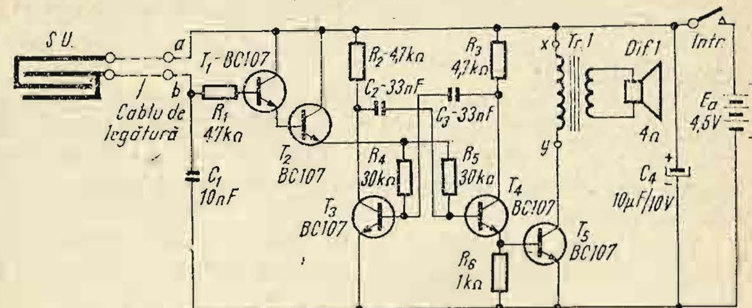


Fig. 27 — Sesizor de ploaie.

printr-un sunet de joasă frecvență ce este redat într-un difuzor. Instalația se compune din trei părți: sesizorul de umiditate SU, cablul de legătură, releul electronic și generatorul de semnal. Sesizorul de umiditate este partea din instalație care stă afară și care are rolul de a sesiza picăturile de ploaie. În principiu, această piesă, atunci cînd nu este umezită, se comportă ca un rezistor cu o valoare de ordinul zecilor de megohmi, iar cînd este umezită se comportă ca un rezistor cu o valoare de ordinul zecilor de kiloohmi.

Cablul de legătură prin care se realizează cuplarea sesizorului la montajul electronic care se află în interior poate avea o lungime de 10 ... 20 m și va fi format din două fire de cupru lițat, izolate. Releul electronic este realizat cu tranzistoarele T_1 și T_2, generatorul de semnal cu tranzistoarele $T_3 - T_4$, iar amplificatorul cu T_5.

Generatorul de semnal este un multivibrator simetric, lucrînd pe o frecvență în jur de 1 500 Hz.

Alimentarea este asigurată de o baterie de 4,5 V, instalația putînd să funcționeze stabil pentru orice tensiune cuprinsă între 3 V și 6 V.

Consumul de curent în poziția de așteptare este sub 20 microamperi, iar în timpul alarmării este de 2,5 mA (pentru $Ea = 4,5$ V).

Punerea în funcțiune a instalației se face cu ajutorul întrerupătorului *Intr. 1*, montat în circuitul sursei de alimentare.

În poziția de așteptare, sesizorul *SU* cuplat la bornele *a — b*, prin intermediul cablului de legătură, prezentînd o rezistență foarte mare nu asigură curent de polarizare bazei tranzistorului T_1.

Ca atare T_1 este blocat. Avîndu-l pe T_1 conectat în baza sa, dar blocat, și tranzistorul T_2 va fi blocat. În acest fel legătura rezistoarelor $R_4 — R_5$ (care și ele la rîndul lor asigură polarizarea pentru $T_3 — T_4$) cu plusul sursei „*Ea*" este întreruptă.

Generatorul nefuncționînd, la baza amplificatorului T_5 nu se aplică nici un semnal și difuzorul D_1 nu va emite nici un sunet.

Această stare de repaus (așteptare) se menține pînă în momentul în care pe suprafața sesizorului *SU* cad primele picături de ploaie.

Picăturile căzute în spațiul dintre armăturile sesizorului creează condiția de închidere a circuitului de alimentare a bazei tranzistorului T_1. Primind curent de polarizare, T_1 se deschide.

Curentul său de colector circulînd drept curent de bază pentru T_2 și acesta se deschide. La rîndul său curentul de colector al lui T_2 este și curentul de bază al tranzistoarelor $T_3 — T_4$, curent care circulă prin rezistoarele $R_4 — R_5$.

În acest mod se polarizează și aceste ultime două tranzistoare și montajul începe să oscileze.

Semnalul obținut la bornele lui R_6 este aplicat bazei lui T_5, care lucrează ca amplificator audio. Semnalul este redat în difuzor prin intermediul transformatorului de ieșire *Tr. 1*, de tipul celor folosite la difuzoarele de radioficare. Oscilațiile nu vor înceta decît în momentul în care se decuplează alimentarea *Ea*, acționînd întrerupătorul *Intr. 1*. Capacitorul C_1 are rolul de a scurge la masă, semnalele alternative pe care le culege firul conectat la borna *b*.

Sesizorul *SU* se va realiza sub forma de cablaj imprimat. În acest sens, pe o suprafață de steclotextolit avînd dimensiunile de 150 × 40 mm se realizează cele două armături în care, așa după cum se arată și în desenul din figura 27, fiecare are forma literei U.

Lățimea cablajului ce va reprezenta aceste litere va fi de 2 mm, iar distanța dintre armături de 1 ... 1,5 mm. Lungimea brațelor armăturii sub forma de U va fi de 130 mm. Pentru a nu se oxida, cablajul se va cositori.

Contactul cu fiecare armătură se realizează prin două șuruburi cu piulițe, piulița respectivă fiind cositorită de cablaj. La aceste șuruburi se va lega cablul instalației.

Sesizorul *SU* poate fi realizat și sub forma unui disc în care cele două armături să fie cercuri concentrice, unite între ele așa fel încît să se obțină izolația necesară. Ca mod de folosire, sesizorul *SU* se va fixa în exterior, cu suprafața ce conține armăturile în sus și într-un loc deschis unde picăturile de ploaie să cadă direct.

Indicator cu neon

În excursie, semnalizarea pe timpul nopții a unui grup de corturi, a unui obiectiv sau obstacol oarecare, este de mare utilitate; ceea ce îngreunează însă de cele mai multe ori o asemenea activitate este sursa de energie care trebuie să asigure aprinderea măcar a unui bec de lanternă.

Chiar dacă s-ar folosi un sistem de aprindere succesivă de la o baterie a becului cu incandescență, consumul de curent este destul de mare, fiind necesare destule baterii care să fie transportate și care să asigure funcționarea pentru o excursie de cîteva zile.

Problema poate fi totuși rezolvată folosind un bec cu neon, care, după cum se știe, pentru a fi aprins necesită o cantitate foarte mică de energie electrică. Schema electrică după care se poate realiza un asemenea indicator cu neon este dată în figura 28. Schema cuprinde un oscilator *LC* realizat cu tranzistorul T_1, un oscilator de relaxare realizat cu becul cu neon *BN* și un etaj redresor realizat cu dioda D_1. Montajul funcționează în felul următor: în momentul cuplării sursei prin acționarea întrerupătorului *Intr. 1*, tensiunea de 9 V obținută de la 2 baterii de 4,5 V tip 3R12 sau de la un microacumulator este aplicată prin înfășurarea primară a transformatorului *Tr. 1*, la colectorul lui T_1, iar prin R_2 la baza acestuia.

Saltul de curent din înfășurarea primară, apărut în momentul cuplării sursei, dă naștere în înfășurarea secundară

a lui *Tr. 1*, la un impuls de curent; acest impuls care prin C_3 este aplicat bazei tranzistorului produce blocarea acestuia şi deci întreruperea curentului din înfăşurarea primară. Întreruperea curentului din primar dă naştere la un nou

Fig. 28 — Indicator cu neon.

impuls, însă cu polaritate inversată, care ajunge tot pe bază producînd de data aceasta deschiderea tranzistorului.

Această nouă deschidere a lui T_1 produce un nou impuls de blocare şi lucrurile se repetă, circuitul oscilînd cu o frecvenţă *f* date de elementele constructive ale schemei.

Semnalul cules de la înfăşurarea secundară care are frecvenţa *f* şi o tensiune în jur de 65 V este aplicat diodei D_1, circuitul închizîndu-se prin: borna *C* a înfăşurării secundare, D_1, R_3, C_4 şi prin masă înapoi către înfăşurarea secundară la borna *d*. Semialternanţele pozitive aplicate capacitorului C_4 fac ca acesta să se încarce cu o cantitate de energie electrică *Q*, tensiunea *U* la bornele lui C_4 crescînd de la un impuls la altul, între toate aceste mărimi existînd relaţia $Q = CU$.

În momentul în care tensiunea *U* atinge valoarea de aprindere a becului cu neon (circa 80 V), becul se aprinde, condensatorul C_4 descărcîndu-se prin gazul ionizat din bec.

Timpul cît becul cu neon stă aprins nu depăşeşte o secundă. În momentele următoare capacitorul C_4 primeşte alte impulsuri, deoarece T_1 funcţionează permanent, se ajunge iar la valoarea *U*, prin bec are loc o nouă descărcare, procesul continuînd atît timp cît sursa de 9 V este cuplată. Acest tip de oscilator se numeşte oscilator cu relaxare; frecvenţa aprinderilor este dată de mărimea grupului $R_3—C_4$ precum şi de tensiunea semialternanţelor. Pentru valorile din schemă becul cu neon se aprinde o dată la circa 5 s.

Rezistorul R_1 şi capacitorul C_1 joacă rol de filtru. T_1 poate fi orice tranzistor *npn* de joasă frecvenţă şi de mică putere. Dioda D_1 de asemenea poate fi orice diodă cu germaniu de mică putere.

Transformatorul *Tr 1* se va realiza pe un pachet de tole cu secţiunea în jur de 1 cm^2. În primar se vor bobina 60 spire cu sîrmă de cupru emailat, avînd diametrul de 0,1...0,15 mm, iar în secundar un număr de 560 spire, cu sîrmă de cupru emailat, cu diametrul de 0,1 mm.

Becul cu neon va fi de tipul TH-0,2 sau altele similare. Consumul de curent al montajului de la bateria de 9 V este în jur de 1 mA, ceea ce permite folosirea acesteia timp îndelungat.

Constructiv, indicatorul cu tub cu neon se va realiza sub forma unei cutii paralelipipedice de 100×70×45 mm, folosindu-se tablă de fier de 0,1...0,2 mm cositorită. Bateriile vor fi incluse în cutie, care va trebui să fie bine ermetizată (prin cositorire), deoarece este destinată a funcţiona şi în ploaie. Capacul de introducere a bateriilor precum şi întrerupătorul *Intr. 1* vor fi fixate în partea de jos, astfel ca să nu pătrundă apa.

Becul cu neon se va fixa în partea de sus a cutiei, fiind protejat de un mic cilindru realizat din plastic transparent.

Un sistem de agăţători fixaţi pe pereţii laterali permite suspendarea dispozitivului de un copac sau de scheletul unui cort, aşa fel ca lumina să fie văzută din toate părţile.

Dacă la punerea în funcţiune montajul nu funcţionează de prima dată, atunci capetele *c—d* ale înfăşurării secundare se vor schimba între ele.

De reţinut că C_4, care are valoarea de 1 µF va trebui să fie la o tensiune de lucru de minimum 100 V.

Instalație Morse

Pentru o excursie activă, recomandăm o instalație Morse extrem de simplă, care poate fi folosită atît individual, cît și de doi parteneri (fig. 29). Instalația se compune din două dispozitive identice, care atunci cînd se folosește cu corespondent se unesc între ele printr-un circuit.

Alimentarea, E_a, se face de la o baterie de 1,5 V, curentul consumat de un dispozitiv fiind de circa 1 mA.

Schema cuprinde două tranzistoare complementare cuplate direct, tranzistorul T_1 comandînd polarizarea tranzistorului T_2. Capacitorul C_1 asigură tensiunea de reacție pozitivă, ceea ce permite ca schema, atunci cînd primește alimentare de la sursa E_a, să genereze o frecvență audio care poate fi ascultată în cască.

Pentru semnalizarea în cod Morse se acționează manipulatorul M_1 prin intermediul căruia sursa E_a este conectată în circuit.

Semnalele Morse care sînt puse în evidență de casca *Cs 1* sînt destul de puternice, ceea ce permite ca urmărirea lor să se facă fără a fi necesară fixarea acestuia în dreptul urechii.

Cînd schema este folosită individual, cel ce „bate" la manipulatorul M_1 ascultă în propria cască semnalele generate, această activitate permițînd un antrenament comod și permanent.

Cînd se dorește lucrul în doi, bornele L_1 și L_2 ale unui dispozitiv se unesc cu aceleași borne ale celui de-al doilea dispozitiv. Distanța dintre punctul de dispunere al primului (punctul *A*) și punctul de dispunere al celui de al doilea (punctul *B*) poate fi de cîțiva zeci de metri; legătura se poate realiza bifilar, în care scop se folosește sîrmă de cupru izolată, avînd diametrul de minimum 0,3 mm sau se poate folosi legătură monofilară, cel de-al doilea fir fiind înlocuit cu legătura prin pămînt.

În acest din urmă caz, borna L_2 a dispozitivului se leagă la o vergea sau o țeavă metalică lungă de circa 30 cm, care se introduce în pămînt.

Rezistența acestui circuit dintre punctele *A* și *B* poate avea valoarea de pînă la 500 Ω.

Așa după cum arată și schema din figura 30, se observă că în momentul cînd operatorul din punctul *A* transmite, semnalele Morse se aud atît în casca *Cs 1* din punctul *A* cît și în casca din punctul *B* cu care se află în derivație.

Invers, cînd se acționează manipulatorul din *B*, semnalele generate se vor putea asculta de asemenea în ambele puncte.

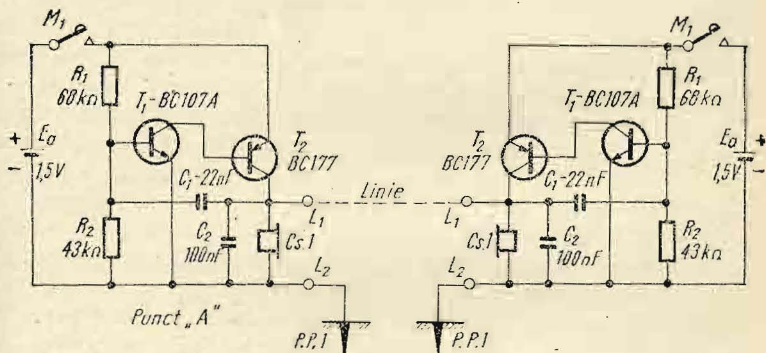


Fig. 29 — Schema instalației Morse.

În acest mod este posibilă transmiterea rapidă de la *A* la *B* și invers.

Dacă pe timpul transmisiei de la *A* la *B*, operatorul din *B* dorește să-l întrerupă sau să-l atenționeze pe cel din *A*, este suficient ca operatorul *B* să acționeze propriul manipulator, pentru ca semnalele sale să se suprapună peste cele existente. Această posibilitate de transmitere simultană, asigură un bun antrenament, o bună eficacitate permițînd celor doi corespondenți intervenții imediate cînd se fac greșeli de transmisii, precum și efectuarea apelului bilateral.

Tranzistoarele folosite sînt de tip obișnuit, T_1 fiind un *npn* cu siliciu din tipurile BC-107...BC-109 etc., iar T_2 un *pnp* cu siliciu din tipurile BC 177, BCY 78 etc.

Frecvența tonului este dată de valoarea lui C_1, care în cazul schemei de față, va trebui să aibă o valoare cuprinsă între 10 nF și 30 nF. Capacitorul C_2 are rol de filtru și va

avea o valoare cuprinsă între 50 nF și 100 nF. Casca *Cs 1* va fi de joasă impedanță (65 Ω). Dispozitivul va fi realizat sub forma unei cutii, avînd dimensiunile 130×70×50 mm. În interiorul ei se va fixa montajul electronic propriu-zis, bateria de 1,5 V, care va fi de tipul R-20, precum și casca *Cs 1*, care va fi fixată în dreptul unei ferestre, întocmai ca difuzoarele. Manipulatorul M_1 se va fixa pe partea superioară a cutiei. Bornele L_1-L_2 pot fi două șuruburi *M6* fixate cu capul în interior, sau două bucșe.

Capitolul III

ELECTRONICA ÎN GOSPODĂRIE

Întrerupător sonor

Prin întrerupător sonor înțelegem, în contextul lucrării de față, un dispozitiv capabil să acționeze asupra unui circuit electric, în momentul primirii unui semnal sonor.

În linii generale, un asemenea dispozitiv este compus dintr-un microfon cu rolul de a capta semnalul sonor, un amplificator, un etaj redresor al semnalului amplificat și un releu de execuție a comenzii.

Semnalul sonor de comandă poate fi vocea unei persoane, zgomotul unui mecanism, zgomotul nedorit al defectării unei instalații, spargerea unei ferestre, o explozie etc.

Elementul comandat poate fi o mică sirenă electronică de avertizare, o sonerie, un electromotor, un bec, un aparat de radio, un ventilator etc. Exemplificînd, am putea să ne gîndim la situația unui bolnav imobilizat la pat și care nu are cum să aprindă sau să stingă lumina unei veioze decît prin voce; același lucru și pentru cazul punerii în funcțiune a unui aparat de radio, televizor sau ventilator. De asemenea, am putea lua în discuție situația spargerii unui geam prin efracție, zgomotul de alarmă din timpul nopții într-un grajd de animale, plînsetul unui copil etc.

În schema din figura 30 prezentăm un întrerupător sonor electronic capabil să cupleze și să decupleze — sub efectul unui semnal sonor — un dispozitiv electric oarecare. Ca element de sesizare a semnalului sonor pot fi folosite: o cască telefonică, un difuzor miniatură cuplat prin intermediul unui transformator ridicător de tensiune sau un microfon cu cristal (M). Elementul de execuție este un releu electromagnetic capabil să fie acționat de la o tensiune de 12 V și care să aibe o rezistență a înfășurării în jur de 1 000 Ω, respectiv să anclanșeze pentru un curent prin înfășurare de circa 12 mA.

Alimentarea montajului va fi asigurată de un redresor simplu capabil să asigure o tensiune de 12 V.

Schema funcționează în felul următor:

Sunetul produs de voce sau de o lovitură, pătrunde în microfonul M. Datorită vibrației membranei, la bornele acestuia apare o tensiune de cîțiva milivolți și de frecvență corespunzătoare semnalului sonor recepționat. Prin C_1 această tensiune este aplicată bazei tranzistorului T_1, care prin R_1 primește tensiunea de polarizare. Prin C_4, semnalul astfel amplificat este aplicat bazei tranzistorului T_2.

Tranzistorul T_2 împreună cu tranzistorul T_3 precum și rezistoarele R_6, R_7...R_{10} și capacitorul C_5 constituie etajul care transformă semnalul sinusoidal primit în impulsuri de formă dreptunghiulară, impulsuri care se culeg în cele din urmă pe colectorul lui T_3.

În stare de așteptare, cînd nu se primește semnal de la microfon, tranzistorul T_2 este blocat, iar T_3 este deschis. În această situație, tensiunea la colectorul lui T_2 este aproape de 12 V, iar tensiunea la colectorul lui T_3 este apropiată de zero (0,3 V).

Cînd la baza lui T_2 apare tensiunea sinusoidală, prima sinusoidă pozitivă va deschide tranzistorul, prin el circulînd un curent de colector de circa 1 mA.

În acest moment tensiunea la colectorul lui T_2 scade la aproape 0,3 V, ceea ce face ca baza lui T_3 să nu mai primească tensiune de polarizare și deci T_3 să se blocheze. Prin aceasta tensiunea de la colectorul său trece de la valoarea 0,3 V la valoarea de circa 12 V, deci se obține un salt pozitiv de tensiune. În acest timp, capacitorul C_5 începe să se încarce de la +12 prin R_{10}, R_9 și joncțiunea bază-emitor a tranzistorului T_2. Pe timpul cît C_5 se încarcă, tranzistorul T_2 este menținut deschis. Cînd încărcarea acestuia s-a terminat sau, mai exact spus, cînd tensiunea de polarizare dintre baza și emitorul lui T_2 scade sub 0,5 V, acesta se blochează, iar automat T_3 se deschide. Trecerea tranzistorului T_3 din starea de conducție în starea de blocare și iarăși din nou în starea de conducție, face ca la colectorul acestuia să apară un impuls pozitiv dreptunghiular. Lățimea acestui impuls depinde de valoarea capacitorului C_5 și a rezistorului R_9 și trebuie să aibă o valoare mai mare de o secundă. Pe timpul experimentărilor valorile C_5 și R_9 se pot modifica așa fel ca bascularea circuitului realizat cu T_4—T_5 să se facă o singură dată pentru semnalul sonor de comandă și nu de mai

Fig. 30 — Întrerupător sonor.

multe ori. Impulsul dreptunghiular cules de la colectorul lui T_3 este introdus într-un circuit de diferențiere format din grupul C_6-R_{11}. La ieșirea din acest circuit se obțin două impulsuri scurte din care primul este pozitiv, iar următorul negativ.

Deoarece din aceste două impulsuri doar de cel pozitiv avem nevoie, impulsul negativ este dat la masă prin dioda D_1. Impulsul pozitiv prin intermediul capacitoarelor C_9-C_{10} ajunge în bazele tranzistoarelor T_4-T_5, care, așa după cum sînt cuplate, formează un circuit basculant bistabil (CBB).

Caracteristic etajului CBB este faptul că pentru fiecare impuls primit, el basculează dintr-o stare în cealaltă, adică este blocat, pe rînd, cînd tranzistorul T_4, cînd T_5. Timpul cît CBB poate sta într-una din stări este nelimitat, deoarece trecerea (bascularea) în starea cealaltă se face numai cînd se primește un impuls de comandă.

La cuplarea tensiunii de alimentare, datorită nesimetriei montajului, unul din tranzistoarele T_4-T_5 se blochează, iar celălalt va fi deschis. Astfel, dacă presupunem că se va deschide tranzistorul T_4, curentul de colector care trece prin el va provoca o cădere de tensiune pe rezistorul de sarcină R_{13}, iar tensiunea colectorului față de masă va fi practic nulă, avînd o valoarea de circa 0,3 V. Această tensiune de 0,3 V prin R_{14} este dusă la baza tranzistorului T_5 dar, avînd în vedere valoarea ei foarte mică, prezența ei nu produce nici un efect, T_5 rămînînd în continuare blocat. CBB rămîne în această stare pînă se va acționa din exterior cu un impuls electric. Releul electromagnetic *Rel.1* conectat în circuitul de colector al tranzistorului T_5, pentru situația descrisă mai înainte, va sta neacționat, deoarece înfășurarea nu este străbătută de curent electric. În această situație, contactele sale *a-b* vor sta îndepărtate.

În momentul în care apare impulsul pozitiv dat de circuitul de diferențiere prin intermediul lui C_9-C_{10}, el este aplicat bazelor tranzistoarelor T_4-T_5; atunci T_5 se deschide, iar T_4 se blochează. Această basculare are loc ca urmare a faptului că T_5 primind semnal pozitiv pe bază începe să conducă. În acest moment, tensiunea sa de colector scade, ceea ce face ca baza lui T_4 să primească tensiune de polarizare din ce în ce mai mică, pînă cînd se blochează. După dispariția impulsului pozitiv T_5 rămîne în stare de conducție, deoarece de data aceasta baza lui primește tensiune de polarizare din colectorul lui T_4 care, fiind blocat, are pe colector tensiunea de 12 V.

Curentul de colector al tranzistorului T_5 deblocat, străbătînd și înfășurarea releului *Rel. 1* va face ca armătura acestuia să se atragă și deci contactele *a-b* să închidă circuitul de alimentare al consumatorului cuplat la tensiunea rețelei de 220 V. În acest mod, dacă drept consumator este un bec electric, atunci acest bec va sta aprins pînă cînd pronunțînd în fața microfonului un cuvînt oarecare, circuitul CBB va fi din nou basculat, iar releul va reveni în poziția de repaus. Pentru reglarea sensibilității dispozitivului, în locul rezistorului R_2 se va monta un potențiometru de 100 kΩ. Pentru asigurarea prin T_3 a unui curent de 2 mA, va fi necesar să modificăm valoarea rezistorului R_8 în sensul în care este necesar.

Pentru situațiile în care în încăperea în care se folosește un asemenea dispozitiv pot apărea și alte zgomote, care să ducă la declanșări nedorite ale releului, microfonul va fi echipat cu un cornet de captare direcționată a semnalului sonor.

Sonerie cu memorie

De multe ori ne interesează să știm dacă în lipsa noastră de acasă, am fost căutați de către cineva. Cum cei care ne caută vor acționa soneria apartamentului, tragem concluzia că prin completarea schemei acesteia cu o mică memorie electronică vom putea rezolva problema în cauză.

Schema care o prezentăm în continuare (fig. 31) are la bază o instalație de sonerie clasică, la care se adaugă o schemă electronică simplă care „memorează" prin aprinderea unei diode electroluminiscente faptul că butonul soneriei a fost acționat.

În instalația de sonerie existentă se intervine în punctele notate în schemă cu literele *A-B-C*. Între punctele *A-C* se culege tensiunea alternativă din secundarul transformatorului *Tr.1*, tensiune care este preluată în scopul transformării ei în tensiune continuă necesară alimentării tranzistoarelor. Din punctul *B* se culege tensiunea de acționare

a memoriei la apăsarea butonului P. Așa cum este prezentată în figura 31, schema se află în stare de repaus. Tensiunea de 220 V cuplată la transformatorul $Tr.1$ produce în secundarul acestuia o tensiune de 6 V. Preluată între punctele A-C, această tensiune este redresată de dioda D_1, la bornele capacitorului C_1 putînd fi măsurată o tensiune continuă de circa 8 V. Prin rezistorul R_5 această tensiune ajunge la colec-

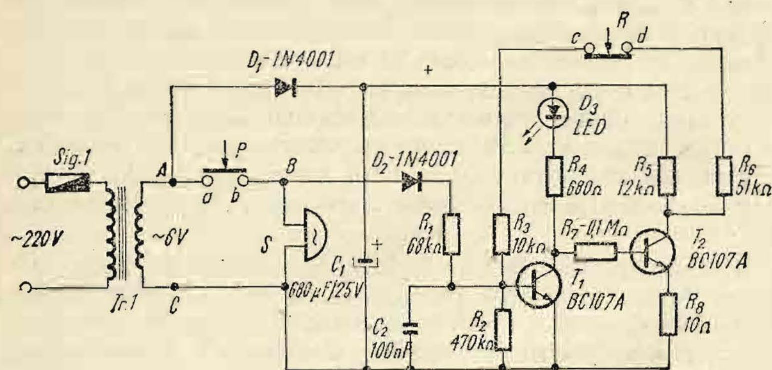


Fig. 31 — Sonerie cu memorie.

torul tranzistorului T_2, iar prin D_3, R_4 și R_7 la baza aceluiași tranzistor. În aceste condiții, T_2 se deschide, prin el circulînd un curent de colector de circa 0,8 mA. Cum tensiunea la colectorul tranzistorului T_2, care se deschide primul, este de circa 0,4 V tranzistorul T_1 nu primește polarizare prin R_3-R_6 și ca atare va sta blocat, iar dioda LED-D_3 nu va lumina.

Dacă totuși, la punerea sub tensiune a instalației, tranzistorul T_1 se va deschide, atunci este suficient să apăsăm butonul R, prin intermediul căruia tensiunea de bază aplicată lui T_1 se întrerupe, în conducție rămînînd T_2. În această poziție numită și poziție de repaus sau de așteptare, schema consumă un curent în jur de 1 mA și poate sta timp îndelungat fără să fie nevoie de vreo intervenție sau reglare.

Prin apăsarea butonului P care știm că se află la ușa apartamentului, tensiunea alternativă de 6 V intră pe de o parte în soneria S acționînd-o, iar pe de altă parte prin dioda redresoare D_2 și R_1 pătrunde în baza lui T_1 care se deschide, dioda LED-D_3 aprinzîndu-se. Scăzînd la o ten-

siune de 0,3...0,4 V, colectorul tranzistorului T_1 pune practic (prin R_7) la masă baza lui T_2, care în acest mod este nevoit să se blocheze. Astfel deschis, T_1 poate sta oricît în această stare, dioda D_3 aprinsă indicînd, acționarea butonului P.

Se spune că schema memorează acționarea soneriei, deoarece dioda LED-D_3 stă aprinsă pînă cînd este observată, după care schema este trecută din nou în poziția de așteptare.

Pentru efectuarea acestei ultime operații se va apăsa butonul R, cînd prin întreruperea continuității dintre contactele c-d este întreruptă și polarizarea bazei lui T_1. De data aceasta T_1 se blochează, D_3 se stinge, iar T_2 intră din nou în conducție. Pentru ca firele de legătură dintre instalația inițială și schema de memorizare să fie cît mai scurte, va trebui să fixăm cutia care va conține această schemă cît mai aproape de transformatorul $Tr.1$. Această legătură se va efectua cu sîrmă izolată, avînd diametrul în jur de 1 mm. Dioda LED-D_3 și butonul R de revenire la starea inițială se vor fixa pe unul din pereții cutiei ce protejează montajul.

Butonul R poate fi realizat cu mijloace proprii sau poate fi procurat din comerț, alegînd butonul de întreruperea becului de interior, folosit la frigidere.

Sonerie cu senzor

În ultima vreme s-au răspîndit foarte mult așa-numitele sonerii cu senzor. Ele sînt construite de amatori după cele mai diverse scheme, înlocuind clasicele sonerii cu buton. Dar ce este o sonerie cu senzor?

Intuind din capul locului că este vorba de o instalație destinată apelului în interiorul apartamentelor, soneria cu senzor este o instalație de semnalizare, tranzistorizată, în care locul butonului de contact acționat prin apăsare este luat de o plăcută din metal care „simte" atunci cînd este atinsă cu degetul.

În prezent se cunosc și sînt practicate mai multe principii de funcționare. În cele de față ne vom referi numai la două dintre ele, considerate a fi mai ușor de realizat și cu o bună stabilitate în funcționare. Primul principiu constă în asigu-

rarea polarității necesare bazei unui tranzistor prin intermediul conductibilității electrice prezentată de porțiunea de deget cu care atingem „senzorul". Astfel, dacă conectăm baza unui tranzistor *npn* la o suprafață metalică de mărimea unei pioneze, iar plusul sursei de alimentare la o plăcuță metalică de aceeași dimensiune, ambele plăcuțe aflîndu-se la 2...3 mm una de alta și dacă punem degetul simultan pe ambele discuri vom constata că tranzistorul respectiv se va debloca, prin el circulînd un curent de colector, I_c.

Folosind acest mecanism au fost concepute diferite scheme electronice în care tranzistorul deblocat permite anclanșarea unui releu electromagnetic, care, la rîndul lui, pune în funcțiune o sonerie, sau cînd același tranzistor deblocat asigură alimentarea unui oscilator prevăzut cu un sistem electroacustic de avertizare etc.

Avantajul acestui buton-senzor, constă în marea lui simplitate și imposibilitate de defectare în comparație cu butoanele clasice cu acționare mecanică, care sînt deficitare din punct de vedere al fiabilității.

Prezentăm în continuare două scheme funcționînd pe principiul amintit mai înainte. Astfel cea mai simplă construcție de sonerie cu senzor este dată în figura 32. Ea cu-

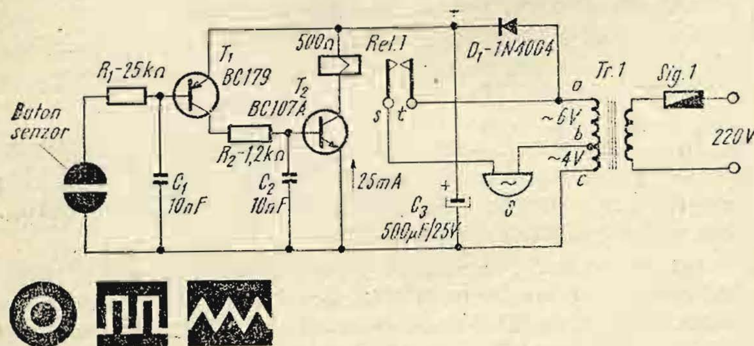


Fig. 32 — Sonerie cu senzor I.

prinde un amplificator de curent continuu care are ca sarcină releul *Rel.1* și un redresor alimentat de la rețeaua de 220 V.

Butonul senzor este montat între baza tranzistorului T_1 și borna de minus, T_1 fiind de tipul *pnp*.

În serie cu acest circuit s-a montat un rezistor R_1, care are drept scop evitarea distrugerii tranzistorului cînd între elementele senzorului se face scurtcircuit cu un obiect metalic.

Tranzistorul T_1 este montat la rîndul lui ca element de polarizare al tranzistorului T_2.

Tensiunea de alimentare a tranzistoarelor este asigurată de secundarul transformatorului *Tr.1* cu dioda D_1 și capacitorul de filtraj C_3.

În repaus, cu primarul transformatorului *Tr.1* cuplat la rețea, schema nu consumă decît curentul de mers în gol al transformatorului.

Cînd se pune degetul pe cele două semidiscuri ale butonului senzor, prin rezistența electrică a pielii se închide circuitul de polarizare al lui T_1. Prin deschiderea lui T_1, tranzistorul T_2 primește tensiunea de polarizare necesară și se deblocă, prin el circulînd un curent de colector de circa 25 mA (pentru tensiunile și elementele din schemă).

În acest moment, releul *Rel.1* anclanșează, iar contactele sale *s-t* închid circuitul de alimentare al soneriei *S*. Cînd s-a luat degetul de pe senzor, tranzistorul T_1 se blochează și schema intră în stare de repaus.

Releul *Rel.1* va trebui să aibă o rezistență electrică a bobinajului în jur de 500 Ω și să anclanșeze la o tensiune de 12 V. Transformatorul *Tr.1* va fi de tipul transformatoarelor de sonerie și va avea în secundar între *a-b* o tensiune de 6 V, iar între *b-c* o tensiune de 4 V.

Capacitoarele C_1 și C_2 sînt montate pentru a elimina semnalele parazite pe care le poate culege atît schema, cît și firele de legătură dintre T_1 și elementele butonului-senzor.

Butonul senzor va fi realizat din două semidiscuri cu 15 mm diametru fiecare și așezate așa fel ca între ele să rămînă un interval de 2 mm. Pentru realizarea acestora se va folosi tablă de alamă groasă de 1 mm. Semidiscurile se vor fixa prin nituire pe o placă din material izolant (textolit etc.). Legătura cu schema se face cu un circuit din fir de cupru izolat în vinil.

Aceste fire se vor fixa prin cositorire la ambele capete. De asemenea, pentru evitarea oxidării, cele două semidiscuri se vor cositori pe toată suprafața. În locul acestora se poate folosi cu bune rezultate și o plăcuță de steclotextolit placat, pe care s-a desenat și corodat forma respectivă.

În afară de acest desen de senzor care, de altfel, este şi cel mai recomandat, se pot folosi şi alte desene după cum se arată în figura 32.

Înainte de instalare se recomandă verificarea instalaţiei pe masa de lucru.

A doua schemă bazată tot pe principiul polarizării bazei este arătată în figura 33. La această schemă, semnalul acustic este asigurat de o cască de 65 Ω.

Alimentarea se face de la un redresor capabil să asigure 9 V. Consumul de curent al schemei pe timpul lucrului este de circa 20 mA, iar în repaus sub 0,5 mA. Butonul senzor are aceeaşi construcţie ca şi pentru schema descrisă mai înainte. Semnalul produs constă dintr-o frecvenţă continuă, avînd valoarea în jur de 800 Hz. Urmărind schema se constată că aceasta se compune din două părţi distincte. Prima parte o reprezintă oscilatorul audio tip LC realizat pe tranzistorul T_1, în care inductanţa L este asigurată de bobinajul electromagneţilor căştii C_s. Dacă scurtcircuităm terminalele colector-emitor ale tranzistorului serie T_2 vom constata că oscilatorul va începe să funcţioneze. Rezultă aşadar că pentru a pune în funcţiune acest oscilator va trebui deblocat tranzistorul T_2, care se află, de fapt, în serie cu sursa de alimentare.

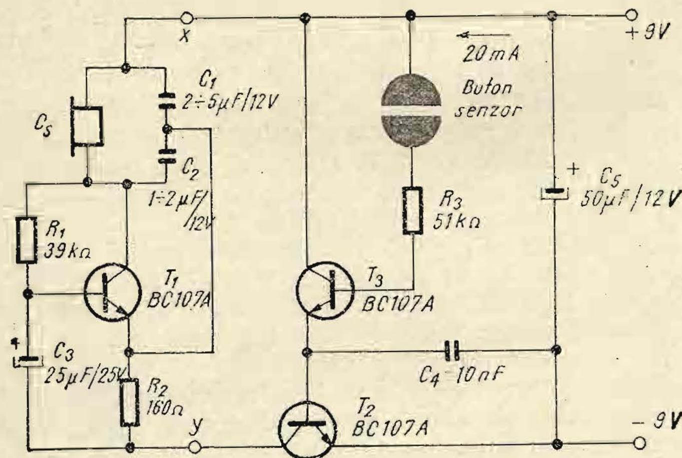


Fig. 33 — Sonerie cu senzor II.

Cum deblocarea unui tranzistor se face prin asigurarea tensiunii de polarizare necesară bazei, în cazul de faţă această operaţie este obţinută prin intermediul lui T_3, care este cuplat între +9 V şi baza lui T_2. În stare de repaus şi T_3 este blocat, dar în momentul atingerii cu degetul a celor două semidiscuri, conductibilitatea electrică a ţesutului viu a pielii permite trecerea unui curent de polarizare pentru T_3 şi astfel intrarea în funcţiune a soneriei.

Rolul rezistorului R_3 din circuitul bazei lui T_3 este de a proteja distrugerea acestuia în cazul atingerii senzorului cu un obiect metalic, iar al capacitorului C_4 de a scurge la masă componentele alternative culese de firele ce unesc schema cu butonul senzor.

În realizarea schemei trebuie acordată atenţie capacitorului C_3, care trebuie să fie de bună calitate, respectiv să prezinte curenţi de fugă cît mai mici.

Pentru obţinerea unui sunet mai puternic, în faţa căştii C_s se va deplasa o placă metalică de 100×100 mm pînă cînd, datorită formării unui spaţiu de rezonanţă, sunetul generat va avea intensitatea maximă. Poziţia determinată va fi asigurată, în continuare, prin fixarea celor două elemente, prin intermediul unei rame şi a unor şuruburi. O altă soluţie este realizarea unei camere de rezonanţă, în care scop, din bucăţi de material plastic sau din tablă subţire de fier se realizează un paralelipiped, avînd pe unul din pereţii unde se va aplica casca un orificiu de 15 mm diametru. Pe un perete lateral se vor practica 10 orificii cu diametrul de 3 mm, necesare ieşirii sunetului către exterior. Dimensiunile cutiei se vor tatona pînă la obţinerea unui sunet puternic.

Frecvenţa de lucru a oscilatorului se poate regla prin modificarea lui C_2 în limitele 1—2 μF. Capacitorul C_2 va fi de tipul PMP-0304 (IPRS) şi ales pentru o tensiune de 100 V.

Capacitorul C_1 se va realiza din cuplarea în derivaţie a 2...3 capacitoare de 1 μF, tip PMP 0304, sau se va folosi un capacitor electrolitic cu tantal, conectîndu-l cu plusul la +9V.

Nu se vor folosi pentru C_1 capacitoare electrolitice obişnuite (semiumede), deoarece din cauza rezistenţei de pier-

dere pe care o are, montajul nu va funcționa. Butonul senzor se va realiza după aceleași indicații ca și pentru schema descrisă mai înainte.

În locul oscilatorului *LC* se poate monta un multivibrator, un oscilator de relaxare, sau schema unei sirene electronice. În acest caz, bornele de alimentare ale acestora se vor monta în punctele notate în schemă cu *X-Y*.

Al doilea principiu folosit constă în deblocarea unui tranzistor prin amplificarea semnalelor parazite pe care le primește atunci cînd se atinge cu degetul baza acestuia. Se știe că atunci cînd atingem cu degetul borna de intrare a unui amplificator audio, în difuzor se va auzi un brum puternic. Acest efect se obține și cu schema descrisă mai înainte, cu condiția ca factorul β al tranzistoarelor T_2 și T_3 să fie în jur de 300, iar rezistorul R_3 să fie înlocuit cu o valoare de 10 kΩ. În acest caz butonul senzor va fi un disc metalic cu diametrul de 15 mm și care se va conecta la capătul rezistorului R_3. Alte variante de scheme, aparținînd acestui principiu, constau în cuplarea bază-colector a trei tranzistoare, ultimul tranzistor avînd baza cuplată la discul senzor.

Aeroionizator

Aerul pe care îl respirăm are o deosebită influență asupra stării fizice și psihice a organismului uman.

Elementele chimice care intră în componența aerului sînt azotul în proporție de 78,9%, oxigenul în proporție de 20,95%, argonul 0,93%, bioxidul de carbon 0,03% și alte gaze în cantități foarte mici. Oxigenul atomic care are un nucleu cu 8 protoni și 8 neutroni în jurul căruia gravitează 8 electroni (2K+6L) datorită lipsei a doi electroni din stratul de valență este găsit în natură sub formă de oxigen molecular O_2 format din doi atomi uniți printr-o legătură covalentă simplă. Studii repetate efectuate în decursul timpului au arătat că sub acțiunea unor fenomene naturale ca razele cosmice, radiațiile solare, descărcările electrice din atmosferă, furtunilor, radiațiilor rocilor terestre etc., molecula de oxigen O_2 este deosebit de sensibilă, motiv pentru care o cantitate oxigen O_2 se va găsi sub formă de ioni.

Astfel, vom găsi în natură *ionul pozitiv* de oxigen O_2^+ care provine dintr-o moleculă O_2 care a pierdut un electron, precum și ionul negativ de oxigen O_2^- care provine tot dintr-o moleculă O_2, dar care a captat un electron. De asemenea, pe timpul descărcărilor atmosferice se mai formează și O_3, care este gazul denumit ozon precum și compuși ai azotului cu oxigenul de tipul nitriților ($2NO_2$) și nitraților ($2NO_3$).

De asemenea, picăturile extrem de fine de apă (H_2O) provenite din evaporarea apei datorită căldurii solare, datorită agitației mecanice pe cursurile repezi de apă din regiunile muntoase sau a cascadelor, datorită adierilor de vînt deasupra pădurilor montane, se transformă în ioni gazoși negativi de tipul OH^- și ioni pozitivi de tipul H_3O^+ numit și ion de oxoniu.

De asemenea, în atmosferă mai sînt și alți ioni pozitivi și negativi, cum ar fi: CO_2^+, CO_2^-, NO^-, NO^+, N_2^+, N_2^- etc. Conținutul normal de ioni din aerul natural de la nivelul solului oscilează între 1 500...2 000 ioni/cm³. În ceea ce privește raportul natural, normal, din atmosferă, dintre ionii pozitivi și cei negativi, măsurători atente și repetate au găsit cifra:

$$\frac{n^+}{n^-} = 1,2...1,4$$

Reținem, așadar, că pentru a respira un aer neviciat este necesar ca acesta să conțină elementele în structura și calitatea celor arătate mai înainte.

Ce se întîmplă în cazul cînd în raportul normal de ioni din aerul pe care îl respirăm apar anomalii?

Iată, spre exemplu, un rezultat al unor experiențe efectuate de Tchijevski (1933) și Gualttierati (1968), precum și de alții, în care, într-o atmosferă cu un conținut chimic normal, dar lipsită total de ioni, au introdus și menținut cîteva zile animale de experiență: s-a constatat apariția de dereglări profunde ale mecanismului central neuroendocrin, perturbări ale echilibrului hidromineral după care, la majoritatea, a survenit decesul. Deci, de reținut că golirea aerului de conținutul său normal de ioni, are un efect sever asupra organismelor vii.

Dacă atmosfera este supraîncărcată cu ioni pozitivi, atunci se spune că avem o atmosferă acidă, ceea ce are ca

efect acidifierea mediului intracelular al organismului, scăderea pH-ului, a mobilității globulelor roșii, scăderea capacității de muncă.

Ioni pozitivi în exces găsim pe litoralul mărilor și oceanelor, pe o fîșie de 1—3 km adîncime, în industria textilă, în marile orașe datorită smogurilor, în încăperi unde masele plastice (mochete, perdele etc.) sînt absorbanți puternici de ioni negativi. Atmosfera cu exces de ioni pozitivi este contraindicată pentru nevrotici, hipertiroidieni, cardiaci, suferinzi de plămîni, de boli renale etc.

Cînd atmosfera este supraîncărcată cu ioni negativi, atunci se spune că avem o atmosferă bazică, ce are ca efect asupra organismului alcalinizarea mediului intracelular, respectiv creșterea pH-ului, creșterea mobilității globulelor roșii; sporește capacitatea de muncă, dă stare de înviorare, bună dispoziție.

Aerul cu concentrație normală sau supraîncărcat moderat cu ioni negativi distruge microbii, contribuie la o bună circulație a sîngelui.

Ionii negativi care pătrund în tubul digestiv duc la modificarea componenței chimice a sucului gastric, fixînd hidroxidul de sodiu, ceea ce are ca efect ameliorarea gastritelor hiperacide.

Ioni negativi în exces se găsesc în vecinătatea surselor de apă, pe malurile rîurilor repezi de munte, în apropierea cascadelor, în păduri, pe timpul fluxului marin, după descărcări electrice atmosferice. În stațiunea Herculane se înregistrează, de exemplu, curent peste 2 000 ioni/cm^3, cu exces de ioni negativi, existînd raportul $n^+/n^- = 0{,}8$. Există de asemenea, locuri de muncă, ca de exemplu acolo unde se lucrează cu arcuri voltaice și unde numărul de ioni negativi ajunge la 8 000 ioni/cm^3, ceea ce este prea mult, observîndu-se stări de somnolență, diaree etc...

În legătură cu alte date privind atmosfera viciată, merită să fie arătat că pe străzile orașelor cu trafic auto intens conținutul de ioni este foarte scăzut, măsurîndu-se 80—100 ioni/cm^3.

De asemenea, aerul din aglomerările industrial-urbane este în general un aer inferior calitativ, iar în încăperi cu multe

persoane, numărul de ioni scade cu cît timpul de staționare a personalului este mai mare.

Măsurători efectuate au concluzionat că acolo unde nu se iau măsuri, randamentul în muncă a personalului se păstrează ridicat numai în primele ore, după care se instalează oboseala. Am făcut această prezentare a ionoatmosferei nu numai pentru informarea cititorului, ci în special pentru a atrage atenția asupra faptului că electronica poate interveni în sensul refacerii echilibrului ionic natural acolo unde este cazul, situațiile unde e necesar a se interveni fiind din cele mai diferite.

Activități legate de refacerea artificială a echilibrului de ioni, sau de a crea supraionizări negative sau pozitive sînt cunoscute de multă vreme, fiind de altfel practicate trei metode:

— folosirea de surse radioactive
— dispersia apei prin barbotare
— crearea de cîmpuri electrice.

Dintre aceste trei metode, ne vom opri la cea de a treia, care poate fi ușor aplicată prin construcția unor simple generatoare de cîmp electric. În principiu, în practica folosirii cîmpului electric se deosebesc două posibilități, respectiv există două categorii de aparate. Prima posibilitate constă în realizarea unui dispozitiv, a unui aeroionizator, care să culeagă din atmosfera viciată surplusul de ioni (fie negativi, fie pozitivi), realizînd în acest fel raportul optim pentru organism. Cea de a doua posibilitate constă în realizarea unui aeroionizator capabil să producă prin efect corona, adică prin descărcări în aer, ioni negativi în cantități ce depind de tensiunea de lucru, cît și de timpul de menținere în funcțiune a generatorului.

Schemele de aeroionizatori ce fac parte din prima categorie, lucrează cu tensiuni cuprinse între 1 000...5 000 V, iar cele din a doua categorie lucrează cu tensiuni cuprinse între 10 000...25 000 V.

Schemele din prima categorie se pot alimenta fie de la rețea, fie de la baterii sau acumulatoare și au în general un consum foarte mic. Folosirea lor nu prezintă nici un pericol, experimentări efectuate în diverse locuri demonstrînd

efectul binefăcător asupra organismului. În figura 34 prezentăm schema unui aeroionizator făcînd parte din prima categorie.

Schema se alimentează de la rețeaua de 220 V și constă dintr-un redresor cu multiplicare de tensiune, așa fel ca în final să obținem la borna de ieșire o tensiune continuă de circa 5 000 V.

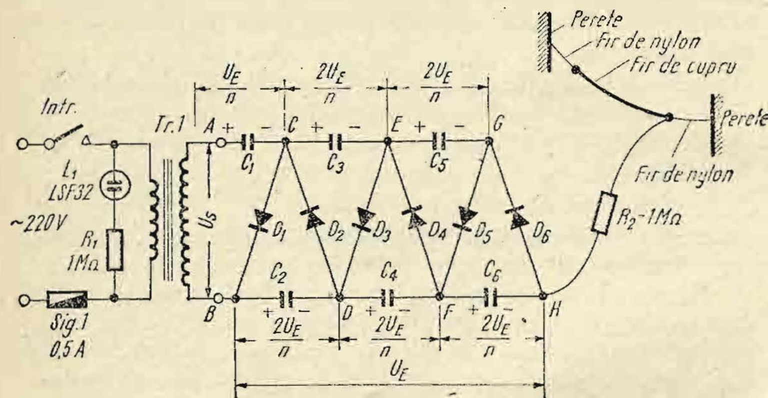


Fig. 34 — Aeroionizator.

Pentru a da posibilitatea celor ce doresc să realizeze un asemenea ionizator, să poată experimenta și alte variante cu alte tensiuni de lucru, vom prezenta pe scurt și modul de calcul al schemei.

Tensiunea de intrare în schemă se poate obține prin intermediul unui transformator de rețea ridicător de tensiune, așa după cum este arătat în schemă, sau se poate cupla direct la rețeaua de 220 V.

Fie într-un caz, fie în altul, să notăm cu U_S tensiunea alternativă de 50 Hz aplicată la bornele A-B, iar cu U_E tensiunea de ieșire, măsurată între bornele A-H.

Să considerăm pentru început că schema nu conține decît transformatorul de rețea *Tr.1*, dioda D_1 și capacitorul C_1.

După cuplarea transformatorului la rețeaua de 220 V, în secundar va apărea tensiunea U_S. Semiperioada pozitivă a primei alternanțe care va circula între punctele A-B va străbate capacitorul C_1 și dioda D_1 încărcîndu-l pe C_1 cu o cantitate de electricitate Q, iar la bornele sale va apărea o tensiune dată de relația:

$$U_{C_1} = \sqrt{2}\, U_S$$

Cînd apare semialternanța negativă, ea va fi blocată, dioda D_1 opunîndu-se circulației curentului electric. Să considerăm acum că schema este compusă din C_1-D_1 și C_2-D_2, adică s-a mai adăugat o celulă în plus și să considerăm că schema nu a fost cuplată la rețea, respectiv luăm de la început explicarea funcționării schemei. Considerînd prima tot semialternanța pozitivă, vom avea ca efect tot încărcarea capacitorului C_1 cu tensiunea U_{C_1}.

La sosirea semialternanței negative aceasta va circula de la borna B prin C_2, apoi prin D_2 și prin C_1 înapoi la înfășurarea secundară în punctul A. Observăm însă că tensiunea U_{C_1} de la bornele lui C_1 se înseriază cu tensiunea din secundarul transformatorului, adică cu $\sqrt{2}\, U_S$, ceea ce face ca la bornele lui C_2 să apară o tensiune continuă formată din suma celor două tensiuni amintite, adică:

$$U_{C_2} = U_{C_1} + \sqrt{2}\, U_S.$$

Dacă înlocuim pe U_{C_1} cu valoarea găsită mai înainte, obținem:

$$U_{C_2} = \sqrt{2}\, U_S + \sqrt{2}\, U_S = 2(\sqrt{2}\, U_S).$$

De aici rezultă că numai din parcurgerea unei singure alternanțe s-a obținut o dublare a tensiunii U_S.

Continuînd cu completarea schemei prin adăugarea celei de-a treia celule, C_3-D_3, vom constata că C_3 se va încărca cu:

$$U_{C_3} = -U_{C_1} + U_{C_2} + \sqrt{2}\, U_S.$$

S-a luat U_{C_1} cu semnul minus deoarece această tensiune, este în opoziție cu tensiunea U_{C_2}.

Înlocuind pe U_{C_1} și U_{C_2} cu valorile găsite mai înainte se obține:

$$U_{C_3} = -\sqrt{2}\, U_S + 2\sqrt{2}\, U_S + \sqrt{2}\, U_S = 2\sqrt{2}\, U_S,$$

adică tot o tensiune dublă față de tensiunea de vîrf a lui U_S.

Continuînd mai departe cu completarea schemei, vom găsi că fiecare capacitor, cu excepția lui C_1, se va încărca și va prezenta la borne o tensiune $2\sqrt{2}\,U_S$.

Urmărind modul cum sînt încărcate capacitoarele din latura de jos (latura B-H) constatăm că ele sînt înscriate și din punct de vedere al polarităților de încărcare, ceea ce ne permite să scriem că tensiunea totală U_E se compune din sumele tensiunilor de la bornele fiecărui capacitor, adică:

$$U_E = U_{C_2} + U_{C_4} + U_{C_6} + \ldots,$$

sau:

$$U_E = 2\sqrt{2}\,U_S + 2\sqrt{2}\,U_S + 2\sqrt{2}\,U_S + \ldots,$$

Dacă lanțul de celule C-D ar cuprinde n celule, atunci numărul de capacitoare din latura de jos este $n/2$, ceea ce face ca tensiunea totală pe latura de jos să fie suma a $\frac{n}{2}$ tensiuni de valoare $2\sqrt{2}\,U_S$, adică:

$$U_E = \frac{n}{2}(2\sqrt{2}\,U_S).$$

Din această relație se poate scoate valoarea tensiunii pe un capacitor funcție de tensiunea totală U_E:

$$2\sqrt{2}\,U_S = \frac{2\,U_E}{n},\ \text{sau:}$$

$$U_{C_2} = U_{C_4} = U_{C_6} = \ldots U_{C_n} = \frac{2U_E}{n}.$$

În cazul schemei noastre, unde numărul de celule este $n = 6$, găsim:

$$U_{C_2} = U_{C_4} = U_{C_6} = \frac{2\,U_E}{6} = \frac{U_E}{3}.$$

Tot din relația:

$$2\sqrt{2}\,U_S = \frac{2\,U_E}{n}$$

se poate scoate valoarea tensiunii U_S, și anume:

$$U_S = \frac{U_E}{n\sqrt{2}} = \frac{U_E\sqrt{2}}{2n} = \frac{0{,}7\,U_E}{n}.$$

De asemenea, se poate scoate valoarea lui n:

$$n = \frac{0{,}7\,U_E}{U_S}.$$

Tensiunea inversă aplicată unei diode este chiar tensiunea de la bornele unui capacitor și anume:

$$U_{inv.} = 2\sqrt{2}\,U_S = 2{,}8U_S.$$

Pentru simplificarea schemei, toate capacitoarele trebuie să aibă aceeași valoare, valoarea unui capacitor, exprimat în µF, determinîndu-se cu relația:

$$C_1 = C_2 = C_3 = \ldots = \frac{34\,I_0(n+2)}{U_S},$$

unde I_0 este curentul consumat în circuitul de înaltă tensiune, exprimat în mA.

Pentru cazul nostru să considerăm $U_S = 350$ V, iar tensiunea $U_E = 5\,000$ V.

Numărul de celule $C - D$ care va trebui să-l conțină instalația va fi:

$$n = \frac{0{,}7\,U_E}{U_S} = \frac{0{,}7 \cdot 5\,000}{350} = 10.$$

Rezultă așadar că va trebui să montăm 10 diode și 10 capacitoare.

Tensiunea inversă pe o diodă va fi:

$$U_{inv} = 2{,}8\,U_S = 2{,}8 \times 350 = 980\ \text{V}.$$

Consultînd un catalog cu diode, vom găsi că dioda 1N4007 are tensiunea inversă de 1 000 V, motiv pentru care în montajul prezentat vom folosi acest tip de diodă.

Valoarea unui capacitor, considerînd un curent de lucru de $I_0 = 0{,}01$ mA, va fi:

$$C_1 = C_2 = \ldots = \frac{34I_0\,(n+2)}{U_S} = \frac{34 \cdot 0{,}01\,(10+2)}{350} \simeq$$
$$\simeq 12 \cdot 10^{-3}\,\mu\text{F} = 12\ \text{nF}.$$

Tensiunea de la bornele unui capacitor, respectiv tensiunea de lucru a acestuia este:

$$U_C = \frac{2U_E}{n} = \frac{2 \times 5\,000}{10} = 1\,000 \text{ V}.$$

Va fi necesar deci ca toate cele 10 capacitoare folosite să aibă o valoare de 12 nF fiecare și o tensiune de lucru de 1 000 V.

Dacă vom alimenta schema direct de la tensiunea de 220 V, fără intermediul transformatorului, atunci numărul de celule necesar va fi:

$$n = \frac{0{,}7\ U_E}{U_S} = \frac{0{,}7 \cdot 5\,000}{220} \simeq 16.$$

Pentru un număr de 14 celule, tensiunea U_E va fi de 4 400 V, iar pentru 10 celule va fi de circa 3 150 V.

În cazul realizării schemei cu transformator ridicător de tensiune, acesta va trebui să fie realizat pe un pachet de tole avînd secțiunea de circa 4 cm². Primarul va fi bobinat cu sîrmă de CuEm cu diametrul de 0,1 mm, iar secundarul cu același tip de sîrmă sau chiar cu sîrmă de CuEm avînd diametrul de 0,08 mm. Numărul de spire pentru un volt se va calcula cu relația $N = 50/S$, unde S = secțiunea miezului exprimată în cm².

Ieșirea din schemă o reprezintă punctul *H*.

Această ieșire va fi conectată prin intermediul unui rezistor de 1 ... 3 MΩ la elementul radiant.

Elementul radiant reprezintă un fir de sîrmă de cupru neizolată, avînd un diametru în jur de 0,5 mm și o lungime de 1,5 m ... 2 m.

La capetele acestui fir de cupru se vor cositori două inele cu diametrul de 6 mm, realizate din sîrmă de cupru avînd diametrul de 1 mm. De inelele de la capete va fi prins prin intermediul unui nod cîte un fir de nylon care va folosi atît pentru izolarea firului radiant, cît și pentru suspendarea acestuia între pereții camerei în care dorim să instalăm aeroionizatorul.

Conductorul de legătură dintre borna *H* și firul radiant va fi realizat dintr-o sîrmă de cupru izolată cu vinilin și va fi cositorit la capătul cel mai apropiat de montaj. Înălțimea firului radiant față de pardoseală va fi de minim 2 m și la o distanță de circa 0,5 m de tavan.

Montajul se va realiza pe o plăcuță cu cablaj imprimat, piesele componente dispunîndu-se întocmai cum este desenată schema de principiu în scopul ca tensiunile mari să fie cît mai departe de tensiunile mici.

Pentru protecția montajului se va folosi o cutie de plastic închisă. Dispozitivul astfel realizat se va fixa pe perete cît mai aproape de firul radiant, așa fel ca legătura dintre borna *H* și acest fir să fie cît mai scurtă. Prezența tensiunii de rețea în montaj este indicată de becul cu neon L_1 montat prin intermediul unui rezistor de 1 MΩ direct la tensiunea de 220 V. Becul cu neon poate fi de tipul celor cu soclu asemănător becurilor de lanternă și care se găsesc la magazinele de specialitate. Schema, așa cum este desenată, permite ca la borna *H* să fie scoasă polaritatea negativă a tensiunii U_e.

În acest fel, firul radiant va culege ionii pozitivi din atmosferă, creînd un climat mai bogat în ioni negativi. La 1 — 2 minute după punerea în funcțiune în încăperea respectivă se va simți un climat plăcut. Aeroionizatorul astfel realizat nu trebuie să producă nici un miros caracteristic. El poate fi lăsat să funcționeze ore în șir, deoarece consumul de curent de la rețea este extrem de mic, iar atmosfera creată se menține la un nivel de ionizare optim. Verificarea funcționării ionizatorului se face prin apropierea de firul radiant a mici bucăți de vată care trebuie să fie atrase.

În situațiile cînd este necesar să eliminăm ionii negativi din atmosferă, atunci se va folosi aceeași schemă cu condiția ca toate diodele să fie montate invers. În acest mod, la borna *H* vom culege polaritatea pozitivă a tensiunii U_e, iar firul radiant va atrage spre el numai ionii încărcați negativ.

Tensiunea de lucru a aeroionizatorului care poate fi modificată prin montarea unui număr mai mic sau mai mare de celule *C* — *D*, timpul cît aeroionizatorul va sta în funcțiune, polaritatea scoasă de borna *H*, lungimea firului radiant și altele vor trebui să fie experimentate de cel ce folosește acest aeroionizator, deoarece eficacitatea lui depinde de localitatea în care este folosit, de gradul de poluare din încăpere, de starea de sănătate a celui în cauză.

În cazul în care este necesar să realizăm un aeroionizator de birou, atunci se va lucra cu o tensiune în jur de 4 000 V,

în locul firului radiant fiind folosit un element radiant tip pieptene. Acesta va consta dintr-un număr de 10 ace metalice, lungi de 40—50 mm și cositorite pe o fîșie de tablă de alamă de 12 × 130 mm la distanță de 8 mm unul de altul.

Acele metalice vor fi realizate cu tablă de alamă groasă de circa 1 mm și vor avea forma unor triunghiuri cu baza de 6 mm și înălțimea de 40—50 mm. Vor fi așezate față în față, adică cu bazele paralele și vor fi cositorite de ambele părți ale bazei.

Acest pieptene va fi așezat pe plăcuța de steclotextolit a montajului și va fi consolidată prin prindere cu 2 șuruburi la capete. Borna *H* se va lega electric cu baza pieptenului radiant folosind un conductor care va fi cositorit la ambele capete.

În altă variantă, pieptenele poate fi realizat chiar pe placa cu cablaj imprimat, prin cositorirea acelor direct la folia de cupru. Montajul va fi introdus într-o cutie din material plastic, avînd grijă ca în zona pieptenului să practicăm un număr de orificii cu diametrul în jur de 6 mm și prin care să poată circula aerul supus ionizării.

În cazul cînd este necesar să realizăm un aeroionizator care să lucreze prin efect corona, adică să producă mici descărcări electrice în aer, realizînd o ionizare negativă forțată, însoțită și de producerea ozonului și implicit a nitraților și nitriților, va trebui ca tensiunea de lucru să fie mai mare de 10 kV. Ca posibilități de realizare avem schema prezentată mai înainte, dar la care va trebui să mărim numărul de celule *C* — *D* pentru a obține tensiunea necesară.

De asemenea, se poate folosi o bobină de inducție de automobil în a cărei înfășurare primară să fie injectate impulsuri pozitive avînd o tensiune de circa 60 V și cu o frecvență de 40—200 Hz, iar în secundar să fie conectat un element redresor tip TV-18-02-MT (folosit în înalta tensiune la receptoarele de televiziune), urmat de un filtru *RC* tip Π în care $C = 500$ pF/15 kV iar $R = 5 \ldots 10$ MΩ. Elementul radiant poate fi un fir de cupru, o plasă de sîrmă de circa 1 m² cu ochiuri de 10 × 10 cm sau o sferă cu diametrul de 50 ... 60 cm confecționată din sîrmă de cupru neizolată. În altă variantă se poate folosi montajul de înaltă tensiune de

la receptoarele de televiziune, cu condiția montării redresorului așa fel încît să se obțină polaritatea negativă către elementul radiant.

În cazul acestor aeroionizatoare cu descărcare este recomandat ca ele să funcționeze în lipsa persoanelor, urmînd ca atunci cînd se intră în încăpere instalația să fie oprită, deoarece concentrația prea mare de ozon, precum și prezența compușilor ozonului, este dăunătoare.

Zgomote liniștitoare

Făcînd o incursiune în trecut, vom constata că de-a lungul timpului lumea muzicii și cea a medicinii s-a întrepătruns continuu cu efecte de înnobilare și echilibrare a personalității umane. În cadrul relațiilor muzică-medicină, s-a constatat că pe lîngă alte influențe pe care le are asupra omului, muzica prezintă și un efect tămăduitor.

Mulți medici ai antichității, începînd cu Hipocrate și Galenus, au considerat muzica un remediu psihosomatic. Se mai folosea pentru a calma stările de agitație și se susținea că suferințele date de sciatică sînt atenuate cînd se ascultă sunetele „dulci și armonioase" ale unui flaut.

Studii efectuate în ultimele decenii privind terapia prin muzică sînt încurajatoare, termenul de „meloterapie" este din ce în ce mai uzitat, iar unii medici, cum ar fi E. Schauffler, au elaborat chiar o formacopee muzicală.

Adresîndu-se diferitelor compartimente ale sistemului nervos și diferitelor straturi ale personalității, muzica — după natura ei — poate provoca somn sau agitație nervoasă, veselie sau tristețe, optimism sau pesimism. Cercetări neurofiziologice și psihofiziologice efectuate de von Karajan la Institutul din Salzburg au demonstrat, de asemenea, că muzica crește rezistența ființei umane la dificultăți și boală.

Cercetări din ultimul timp arată însă că nu numai muzica propriu-zisă este binefăcătoare, ci și anumite zgomote pot ajuta la tratamentul sau ușurarea anumitor suferințe.

Astfel, s-a constatat că zgomote reprezentînd valurile mării, ascultate cu diverse intensități și la diverse ore au dus la vindecarea mai rapidă a arsurilor. De asemenea, s-a constatat că zgomotul ploii sau al vîntului elimină insomniile rebele sau stările de agitație.

Din contră, poluarea sonoră datorită zgomotelor străzii, a utilajelor etc. precum și „consumul de muzică" zgomotoasă cu mulți decibeli duce la oboseală, stări de nervozitate, boli ale tubului digestiv etc.

Specialiștii și muzicologii au împărțit zgomotele în două mari grupe: zgomotele neplăcute, dure, enervante, sînt denumite „zgomote albe", iar zgomotele liniștitoare „zgomote roz" sau „zgomote moi". Ceea ce caracterizează prima categorie de zgomote, cele albe, este faptul că ele se întind pe o gamă foarte largă de frecvențe, se succed haotic și au o amplitudine, respectiv o putere uniform distribuită într-o gamă foarte largă de frecvențe. „Zgomotele roz" se întind și ele tot pe o gamă largă de frecvențe, succedîndu-se de asemenea haotic, amplitudinea (puterea) lor însă scade pe măsură ce frecvența componentelor acestui zgomot crește.

Producerea și ascultarea zgomotelor liniștitoare, nu este greu de realizat, fiind posibile, în principiu, două căi: prima cale constă în imprimarea la un casetofon direct, la fața locului, a zgomotelor produse de valurile mării, de vînt, de apa dintr-un vas înainte de fierbere etc. și ascultarea lor atunci cînd este cazul.

Dacă imprimarea și redarea se face stereo, folosind o instalație care să redea fără distorsiuni o gamă largă de frecvențe, rezultatele vor fi mai evidente.

A doua cale constă în producerea pe cale electronică, cu ajutorul unui generator de zgomot, a unei game largi de semnale și care după o amplificare suficientă să fie ascultate într-un difuzor. Cum această a doua cale este mai economică și deosebit de eficientă, prezentăm în cele ce urmează o schemă electronică de „zgomot roz", schemă ce redă zgomotul unei ape curgătoare (fig. 35.)

Ca element generator de zgomot este folosită joncțiunea bază-emitor a unui tranzistor cu siliciu polarizată invers.

O astfel de joncțiune pusă în condițiile arătate, are proprietatea de a prezenta la borne o tensiune de zgomot aleatoare foarte bogată în armonici. După cum se observă din schemă, tensiunea de polarizare inversă este asigurată prin intermediul rezistorului R_1 care în timpul experimentării montajului va fi modificată în intervalul 300 kΩ — 1 MΩ, pînă cînd se obține zgomotul cel mai convenabil. Această operațiune este necesară deoarece comportamentul unei

joncțiuni *pn* privită din punct de vedere al generării zgomotului, diferă de la un exemplar la altul. În montaj se va folosi un tranzistor *npn* tip BC-107A, BC-108, BC-109 sau altele similare de la care se va folosi doar joncțiunea bază-emitor, colectorul rămînînd neconectat. Se poate folosi și un tranzistor defect, cu condiția ca joncțiunea amintită să fie

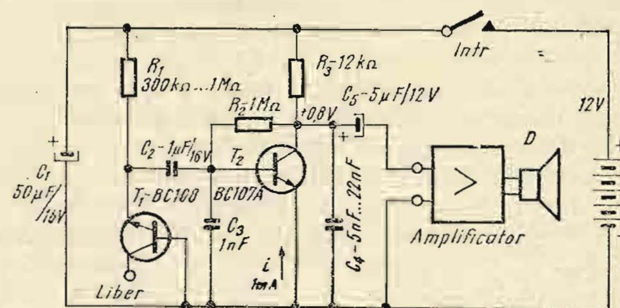


Fig. 35 — Zgomote liniștitoare.

bună. Cu rezultate bune poate fi folosită și o diodă Zener de tip PL3V3Z sau PL4V3Z și adusă către cotul Zener printr-un rezistor cuprins între 3 000 și 4 000 Ω.

Tensiunea de zgomot este preluată de la emitorul lui T_1 printr-un capacitor de 1 μF (se va folosi tipul PMPO304 100 V — IPRS) și aplicată pe baza tranzistorului T_2 montat ca preamplificator. Pentru alegerea zgomotului cel mai convenabil, în colectorul lui T_2 se va conecta un capacitor cuprins între 5 nF și 22 nF.

Între baza și emitorul aceluiași tranzistor se va monta C_3 de 1 nF, pentru a scurge la masă frecvențele radio care ar putea fi culese și detectate.

Dacă vom constata că în lipsa lui C_3 peste zgomotul produs de T_1 nu se suprapune emisiunea postului de radiodifuziune apropiat, atunci C_3 nu se va mai monta. Semnalul astfel preamplificat, va fi introdus într-un amplificator audio de maximum 2 W.

O atenție deosebită trebuie acordată capacitorului C_5 care nu trebuie să prezinte o rezistență de pierdere mai mică de 10 megohmi; pentru acest motiv este necesar ca înainte

de a fi montat în circuit, acest capacitor să fie încercat la un ohmmetru.

Montajul se va alimenta de la o sursă de c.c. de 12 V ... 15 V. Alimentarea amplificatorului audio se poate face de la aceeași sursă sau de la o sursă separată.

Încărcător Ni-Ca

În majoritatea gospodăriilor noastre vom întîlni aparatură electronică care folosește drept sursă de tensiune grupuri (baterii) de microacumulatoare sub formă de „nasturi" sau baterii care, de regulă, sînt realizate pe formula nichel-cadmiu (Ni-Ca). Pentru a prelungi cît mai mult viața unor astfel de surse se impune ca încărcarea lor să se facă după anumite reguli și cu anumiți curenți de încărcare. Folosirea la întîmplare a unui redresor simplu sau aplicarea unor tensiuni mai mari decît cele necesare duce la distrugerea pastei din interiorul microacumulatorului, ceea ce are drept urmare, micșorarea capacității și ieșirea înainte de timp din funcțiune.

În cele ce urmează ne propunem să realizăm, cu materiale simple și ușor de procurat, un încărcător pentru grupurile de microacumulatoare, încărcător care prezintă marele avantaj că se reglează automat pe tensiunea de lucru a acestora, (1,25 ... 12,5 V).

În practică vom întîlni cazuri cînd trebuie să fie încărcat doar un singur microacumulator (pastilă), care știm că are tensiunea de lucru de 1,25 V sau vom întîlni cazuri cînd mai multe asemenea pastile sînt înseriate într-o carcasă unică, formînd baterii de microacumulatoare de 3,75 V (3 buc. × × 1,25 V) sau de 5 V (4 buc. × 1,25 V) și așa mai departe.

Avînd în vedere că încărcătorul de față trece automat pe tensiunea de lucru a bateriei de microacumulatoare pusă la încărcat, și că încărcarea se efectuează fără reglaje manuale în timpul solicitat de capacitatea acestuia, rezultă că folosirea dispozitivului se poate face și de către persoane nespecializate. Datele tehnice ale încărcătorului pentru microacumulatoare sînt următoarele:

— tensiunea de alimentare a încărcătorului: rețea de 220 V/50 Hz;
— variații admise ale tensiunii de rețea:
— 180 V ... 240 V;
— tensiunea de încărcare reglabilă automat: 0 la 13 V;
— curentul de încărcare: 1 mA la 60 mA.

Schema de principiu a încărcătorului este dată în figura 36. Schema funcționează pe principiul sursei de curent constant, ceea ce înseamnă că pe tot parcursul încărcării, microacumulatorul va fi încărcat cu același curent. În compunerea schemei intră un redresor clasic realizat cu *Tr. 1*, puntea $D_1 - D_4$ și capacitorul de filtraj C_1, precum și un generator (sursă) de curent constant realizat cu tranzistorul T_1, diodele $D_5 - D_6$ și cîteva rezistoare.

Montajul funcționează în felul următor: la cuplarea încărcătorului la rețea, în secundarul *a — b* al transformatorului *Tr. 1* ia naștere o tensiune alternativă de 11 V. Trecînd prin puntea redresoare $D_1 - D_4$ realizată cu diodele tip 1N4004, această tensiune este redresată, iar după filtrare prin C_1 — 1 000 μF/40 V, găsim la bornele acestuia o tensiune continuă de 13,5 V. Această tensiune continuă este

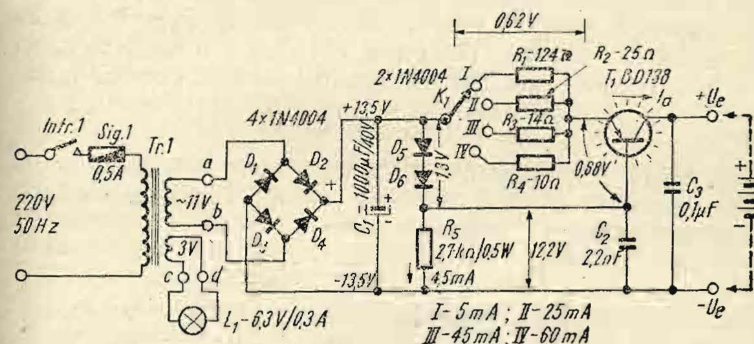


Fig. 36 — Încărcător pentru acumulatoare Ni-Ca.

aplicată mai departe generatorului de curent constant, primul circuit întîlnit fiind grupul $D_5 - D_6 - R_5$.

Prin acest circuit trece un curent de 4,5 mA. Diodele D_5 și D_6, care sînt de tipul 1N4004, sînt montate în sens de conducție, la bornele fiecăreia dintre ele găsindu-se o tensiune

de 0,65 V, tensiune care este stabilă la variațiile tensiunii de rețea și deci și a tensiunii redresate. Tensiunea stabilă de 1,3 V culeasă de la bornele acestor două diode este aplicată bazei tranzistorului regulator serie T_1. Mai departe, tensiunea redresată de 13,5 V trece prin unul din rezistoarele R_1 — R_4 selectate de comutatorul K_1 prin tranzistorul T_1 și o găsim la bornele de ieșire $\pm U_e$. Dacă la aceste borne este cuplată o baterie de microacumulatoare de tensiune U_a și care necesită un curent de încărcare I_a, atunci prin circuitul: comutator K_1, unul din rezistoarele R_1 — R_4, emitorul tranzistorului T_1, colectorul aceluiași tranzistor, borna $+U_e$, bateria de microacumulatoare, borna $-U_e$, va trece curentul de încărcare I_a.

Deoarece curentul de încărcare I_a depinde de tipul și capacitatea microacumulatoarelor supuse încărcării, schema trebuie să aibă posibilitatea selectării acestei valori.

Acest lucru se face prin comutarea rezistoarelor R_1 — R_4 pe una din cele patru poziții notate: I — 5 mA; II — 25 mA; III — 45 mA și IV — 60 mA. Pentru ușurința calculelor determinarea acestor rezistoare se face pornind de la necesitatea păstrării în permanență între baza și emitorul tranzistorului T_1, a aceleiași valori de tensiune (U_{BE}). Astfel, pentru a avea un regim optim de lucru pentru tranzistorul *BD*-138, ales ca tranzistor serie, s-a luat ca valoare medie $U_{BE} = 0,68$ V.

Urmărind schema, observăm că între tensiunea U_{BE} și celelalte tensiuni care apar în circuitul acesteia există relația:

$$U_{R(1...4)} + U_{BE} = 1,3 \text{ V},$$

unde: $U_{R(1...4)}$ reprezintă tensiunea ce apare la bornele unuia din rezistoarele R_1 ... R_4 selectate prin K_1. Din această relație se poate scoate:

$$U_{R(1...4)} = 1,3 \text{ V} - U_{BE}.$$

Cum $U_{BE} = 0,68$ V rezultă:

$$U_{R(1...4)} = 1,3 \text{ V} - 0,68 \text{ V} = 0,62 \text{ V}.$$

Pentru a păstra tensiunea U_{BE} la valoarea aleasă este necesar ca și această tensiune $U_{R(1...4)} = 0,62$ V să fie păstrată constantă pentru orice regim de lucru a încărcătorului. De aici rezultă că pentru fiecare poziție a comutatorului K_1, pentru care corespunde un curent de încărcare pe care ni-l

impunem, trebuie să dimensionăm R_1 — R_4, așa fel ca de fiecare dată să obținem aceeași valoare de tensiune de 0,62 V, adică:

$$R_1 I_{a_1} = R_2 I_{a_2} = R_3 I_{a_3} = R_4 I_{a_4} = 0,62 \text{ V},$$

unde: I_{a_1} este curentul de încărcare ce trece prin rezistorul R_1 cînd K_1 stă în poziția I, I_{a_2} este curentul de încărcare prin R_2 pentru poziția II și așa mai departe. În cazul schemei de față am ales patru poziții, pentru patru valori ale curentului de încărcare, ca fiind valorile cele mai uzuale.

Realizatorul încărcătorului poate alege și alte poziții sau alte valori ale acestui curent.

Pentru valorile alese de noi, valorile rezistoarelor serie vor fi:

$$R_1 = \frac{0,62 \text{ V}}{0,005 \text{ A}} = 124\ \Omega; \quad R_2 = \frac{0,62 \text{ V}}{0,025 \text{ A}} \simeq 25\ \Omega$$

$$R_3 = \frac{0,62 \text{ V}}{0,045 \text{ A}} \simeq 14\ \Omega; \quad R_4 = \frac{0,62 \text{ A}}{0,060 \text{ A}} \simeq 10\ \Omega$$

Pentru a obține valorile $R_1 = 124\ \Omega$ și $R_3 = 14\ \Omega$ se pot conecta două rezistoare în serie, adică $120\ \Omega + 4\ \Omega$ și $10\ \Omega + 4\ \Omega$. Rezistoarele introduse pentru pozițiile II, III și IV vor avea o putere disipată de 1 W.

Capacitoarele C_2 și C_3 din montaj au rol de element de filtraj.

După realizarea montajului, încercarea acestuia se va face conectînd direct între bornele $+U_e$ și $-U_e$ un miliampermetru de c.c. și, măsurînd pentru fiecare poziție a lui K_1 valoarea de curent obținută. Va trebui să obținem 5 mA, 25 mA etc., așa după cum ne-am impus cînd am calculat schema. La cuplarea bornelor $+U_e$ și $-U_e$ între ele, adică la scurtcircuitarea ieșirii încărcătorului nu se va întîmpla nimic deoarece, curentul care trece prin tranzistor va fi cel corespunzător poziției în care se află comutatorul K_1. În acest caz, între emitorul și colectorul tranzistorului T_1 tensiunea va fi de 12,9 V.

Valorile de control ale tensiunilor și curenților din montaj sînt cele trecute în figura 36. Tensiunea care se va modifica

funcție de bateria de microacumulatoare cuplată este tensiunea de la bornele EC ale tranzistorului T_1.

Astfel, dacă cuplăm la încărcat un element de microacumulator Ni-Ca, avînd nevoie de un curent de încărcare de 45 mA, vom găsi la bornele $\pm U_e$ o tensiune de 1,45 V, iar între emitorul și colectorul lui T_1 o tensiune de $U_{EC} = 11,45$ V.

Aceste valori corespund rezultatelor obținute cu un microacumulator tip Varta-Deac, avînd tensiunea nominală de 1,2 V și o capacitate de 450 mA și care are recomandarea să fie încărcat în 14 ore cu un curent de încărcare de 45 mA și cu o tensiune de încărcare cuprinsă între 1,35 V la 1,5 V.

În cazul folosirii încărcătorului doar pentru curenți de 25 mA, atunci tranzistorul BD-138 va putea fi înlocuit cu un tranzistor *pnp* tip BC-177, BC-179, BCY-78 etc. În cazul folosirii tranzistorului BD-138 (BD-136, BD-140), acesta va fi prevăzut cu un radiator de răcire cu o suprafață de minim 15 cm^2. Transformatorul *Tr. 1* se va realiza cu un pachet de tole avînd secțiunea minimă de 4 cm^2. Primarul va fi bobinat cu sîrmă de cupru emailat de 0,2—0,25 mm, iar secundarul cu sîrmă de 0,35 mm.

În secundar se va mai bobina o înfășurare *c — d* cu sîrmă de 0,3 mm care să asigure o tensiune de 3 V necesară funcționării unui bec de panou, care, în scopul de a nu avea o lumină prea puternică, se recomandă a avea o tensiune de lucru de 6,3 V.

Pentru conectarea microacumulatorului sau a bateriei de microacumulatoare la bornele $\pm U_e$ se va folosi, de la caz la caz, un mic dispozitiv cu cleme inoxidabile, care să asigure un contact sigur.

Curentul de încărcare precum și timpul cît va fi ținut la încărcat un microacumulator va trebui să corespundă cu indicațiile inscripționate pe acesta. De regulă, la microacumulatoarele Ni-Ca timpul de încărcare t_i este dat de relația:

$$t_i = \left(10 + \frac{Q_A}{100}\right)$$ iar curentul de încărcare de relația:

$$I_A = \frac{Q_A}{10}$$

unde: t_i — timpul de încărcare exprimat în ore;

Q_A — capacitatea microacumulatorului dată în miliamperi-oră;

I_A — curentul de încărcare exprimat în miliamperi.

Pentru folosirea încărcătorului se va proceda în felul următor:

— se citește valoarea capacității inscripționată pe corpul microacumulatorului sau a bateriei de microacumulatoare;

— se calculează curentul de încărcare și se fixează K_1 în poziție corespunzătoare;

— se calculează timpul t_i;

— se cuplează microacumulatorul la bornele $\pm U_e$ așa fel ca borna + a microacumulatorului să fie conectată la $+U_e$, iar borna — la $-U_e$ a încărcătorului;

— se introduce ștecherul în priză și se cuplează încărcătorul prin acționarea întrerupătorului *Intr. 1*;

— după scurgerea timpului t_i încărcarea se întrerupe;

— dacă există posibilitatea, se verifică cu ajutorul unui voltmetru de c.c. tensiunea la bornele microacumulatorului.

Pe panoul frontal al încărcătorului vor fi scoase: întrerupătorul *Intr. 1*, corpul de siguranță de rețea *Sig. 1*, becul de panou L_1, axul comutatorului K_1 și bornele $\pm U_e$.

Cînd dorim ca I_a de încărcare să poată fi reglat pentru o gamă mai mare de curenți, atunci, fie că se folosește un comutator K_1 cu mai multe poziții, fie că se apelează la un potențiometru bobinat, avînd rezistența maximă de 200 Ω. În acest ultim caz se renunță la K_1, iar pe axul potențiometrului se va fixa un disc pe care se vor inscripționa curenții de încărcare funcție de poziția cursorului acestuia. Va trebui totuși să existe și posibilitatea blocării axului, pentru a preveni eventualele deplasări nedorite ale acestuia, pe timpul efectuării încărcării. În general, microacumulatoarele Ni-Ca pe timpul încărcării ating o tensiune de 1,15 la 1,25 ori mai mare decît tensiunea nominală. De asemenea, curentul de încărcare rămîne constant pînă la atingerea a 95% din tensiunea maximă pe care o poate lua, după care acest curent scade treptat către zero.

Păstorul electronic

Sub acest titlu este propusă o instalație electronică simplă, capabilă să împiedice ieșirea dintr-un anumit teritoriu a unor animale domestice.

Instalația este caracterizată prin faptul că poate fi mutată cu ușurință de la un loc la altul, permițînd în acest fel asigu-

rarea de zone de hrană mereu proaspete. Fără a fi dăunătoare, această instalație, care îndeplinește de fapt funcția de „paznic electronic", lucrează cu impulsuri electrice de înaltă tensiune și mică putere și este foarte rentabilă scopului folosit atît prin utilitate, cît și prin prețul de cost scăzut. Exploatarea și întreținerea sînt ușoare și cu puțină migală ea poate fi protejată să lucreze pe orice timp.

Practic, zona în care se introduc animalele se împrejmuiește cu o rețea din sîrmă neizolată, suspendată de la sol și cuplată la un generator de impulsuri de înaltă tensiune. În momentul în care un animal se îndreaptă (intenționează) să depășească acest perimetru va atinge conductorul electric aflat sub tensiune și sub influența (înțepătura) impulsului electric primit, este nevoit să se retragă.

Impulsurile electrice destinate a alimenta asemenea garduri de protecție, pentru a nu fi dăunătoare, nu trebuie să depășească 2 000 V și un curent de 20 ... 30 microamperi. Valorile admise pentru asemenea instalații prevăd ca tensiune de mers în gol tensiunea de 5 000 V măsurată pe o impedanță de 50 MΩ/10 nF, iar cînd debitează pe o sarcină de 50 kΩ/10 nF această tensiune să nu depășească 2 000 V. Tensiunea înaltă trebuie să fie injectată în rețeaua de protecție sub forma de impulsuri care să se succeadă la intervale de 0,75 s pînă la 1,25 s.

Schema după care se va realiza instalația pe care am denumit-o „păstor electronic" este dată în figura 37.

Alimentarea schemei se va face de la o sursă de 12 V, care poate fi un acumulator cu plumb, recuperat.

Generarea impulsurilor este asigurată de tranzistoarele complementare $T_1 - T_2$ și inductanțele $L_1 - L_2$. Prin

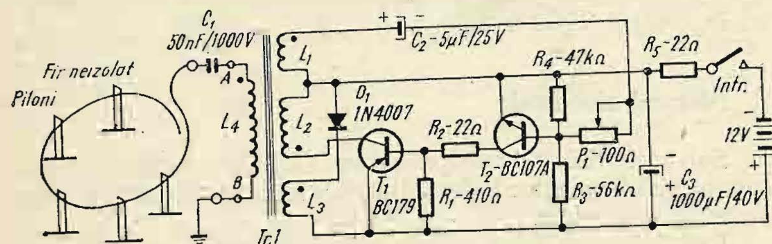


Fig. 37 — Păstor electronic.

capacitorul C_2 se asigură semnalul de reacție pozitivă pentru amorsarea oscilațiilor. Dioda D_1 și înfășurarea L_3 servesc pentru eliminarea semialternanței pozitive.

Transformatorul *Tr. 1* se va realiza pe un miez de ferită tip E. Dacă nu dispunem de un asemenea miez, se poate folosi un pachet de tole avînd secțiunea minimă de 3 cm². Înfășurarea L_1 va cuprinde un număr de 10 spire realizate cu sîrmă de cupru emailat, avînd diametrul de 0,5 ... 0,6 mm. Înfășurarea L_2 se va realiza cu sîrmă de cupru emailat groasă de 1 ... 1,2 mm, bobinîndu-se un număr de 15 spire. Pentru L_3 vom bobina un număr de 7 spire cu sîrmă de cupru emailat, cu diametrul 0,6 ... 0,8 mm, iar pentru înfășurarea secundară L_4 un număr de 3 600 spire folosind sîrmă de cupru emailat cu diametrul de 0,15 mm.

Între înfășurarea primară și înfășurarea secundară L_4 se vor așeza cîteva straturi de hîrtie cerată sau pînză uleiată.

Începutul fiecărei înfășurări este marcat pe schemă cu un punct. Capătul *A* al înfășurării secundare va fi legat la unul din capetele firului de protecție. Celălalt capăt va fi legat la o priză de pămînt, realizată dintr-o țeavă galvanizată lungă de 700 mm și care va fi introdusă în sol umed. Firul de protecție va fi confecționat din sîrmă de cupru neizolată, avînd diametrul minim de 3 mm. Dacă nu dispunem de acest material se va folosi sîrmă de fier galvanizată sau din aluminiu, tot cu diametrul minim de 3 mm. Acest fir se va fixa pe țăruși din lemn, prin intermediul unor izolatori de ceramică. Înălțimea de la sol a firului va trebui astfel reglată încît aceasta să corespundă cu înălțimea capului (botului) animalului supravegheat.

Schema realizată conform figurii 37 permite obținerea de impulsuri, avînd în gol o tensiune de 2 500 — 2 600 V iar pe o sarcină de 50 k Ω/10 nF o tensiune de circa 2 000 V. Durata impulsului electric generat este în jur de 2 ms, iar durata dintre impulsuri — care se reglează cu P_1 — este în medie de 1 s.

În ceea ce privește realizarea practică, se recomandă ca întregul montaj să fie închis într-o cutie metalică așa fel ca apa să nu pătrundă în interior. Ieșirea de înaltă tensiune va fi scoasă prin intermediul unor izolatori de ceramică. O atenție deosebită trebuie acordată realizării legăturii dintre schemă și firul de protecție, deoarece datorită oxidării pot apărea

contacte imperfecte. De aceea, se recomandă ca această conexiune să se facă prin intermediul a două plăcuțe din cupru cositorit și între care cele două fire să fie strînse cu ajutorul unor șuruburi prevăzute cu piuliță-fluture.

Verificarea instalației după montare se poate face fie cu un bec cu neon, fie atingînd cu degetul firul neizolat, cînd se vor simți înțepături în ritmul de succedare a impulsurilor.

Avertizor pentru lumină

Acest avertizor este destinat a funcționa numai pe timpul nopții sau în încăperi în care este permanent întuneric. El se caracterizează prin aceea că simte apariția unei lumini în preajma sa, fie că aceasta provine de la un bec de cîțiva zeci de wați, fie că este vorba de un bec de lanternă, sau chiar de flacăra unui băț de chibrit aprins la cîțiva metri.

Elementul sesizor al schemei îl reprezintă un fototranzistor, semnalul produs de acesta fiind preluat de un trigher Schmitt.

Semnalul de avertizare este generat de un multivibrator, care are ca sarcină un difuzor de 0,25 W.

Schema de principiu a avertizorului (fig. 38) este compusă din cinci tranzistoare de joasă frecvență tip BC-107 și necesită pentru alimentare o tensiune de 6 V sau de 9 V obținută de la un grup de baterii sau de la un redresor. În schemă, tranzistorul T_1 lucrează ca amplificator de c.c., $T_2 - T_3$ reprezintă trigherul Schmitt, iar $T_4 - T_5$ formează multivibratorul astabil.

Schema funcționează în felul următor: cînd în jurul fototranzistorului este întuneric, rezistența lui internă este foarte mare, ceea ce nu permite ca tensiunea de alimentare Ea să ajungă la baza lui T_1 spre a-l polariza. În aceste condiții, T_1 este blocat, respectiv prin tranzistor nu circulă curent, iar tensiunea dintre emitorul lui T_1 și masă este nulă.

Urmărind schema, observăm că și tranzistorul T_2 este blocat, deoarece baza lui este conectată prin R_2 la emitorul lui T_1. Tranzistorul T_3 va fi însă în tot acest timp în conducție deoarece primește tensiunea de polarizare necesară prin rezistorul R_3.

Prin T_3, datorită polarizării primite va circula un curent de 2,8 mA ceea ce va face ca pe R_5 (2 kΩ) să cadă o tensiune de

$$U_{R5} = i_c \times R_5 = 2{,}8 \cdot 10^{-3} \times 2 \cdot 10^3 = 5{,}6 \ \ \text{V},$$

iar pe rezistorul din emitor o tensiune de 0,14 V.

Cum schema este alimentată cu $Ea = 6$ V, rezultă că între colectorul și emitorul lui T_3 vom găsi o tensiune sub 0,3 V, iar între colector și masă o tensiune de 0,4 V.

Urmărind schema mai departe, observăm că baza lui T_5 este polarizată permanent de la Ea prin intermediul rezistorului R_7, în timp ce T_4 primește tensiunea de polarizare pentru bază din colectorul lui T_3 prin R_8. Cum tensiunea între colectorul lui T_3, și masă este de $+0{,}4$ V, rezultă că T_5 va fi blocat și ca atare multivibratorul $T_4 - T_5$ nu va funcționa.

În acest fel, se asigură regimul de funcționare denumit *regim de așteptare*, regim în care am văzut că se află în conducție T_3 cu un curent de 2,8 mA precum și T_5 cu un curent de colector de circa 2 mA.

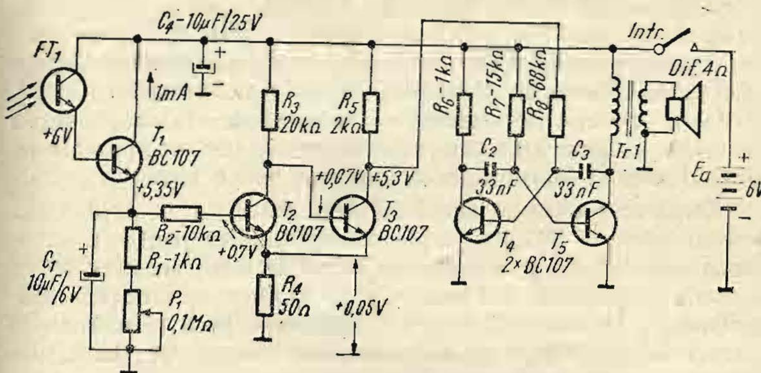


Fig. 38 — Avertizor pentru lumină.

În această poziție de așteptare, difuzorul *Dif.* nu redă nici un sunet.

Cînd în apropierea fototranzistorului se aprinde o lumină, rezistența sa internă scade, prin el începe să circule un curent, ceea ce face ca la baza lui T_1 să apară o tensiune de polari-

zare. În acest mod, prin T_1, care se deblocă, va circula un curent de 1 mA.

Tensiunea care apare între emitorul lui T_1 și masă are o valoare mai mare de 5 V și în foarte scurt timp încarcă pe C_1. Prin R_2, tensiunea de la bornele lui C_1 asigură polarizarea și în același timp deblocarea tranzistorului T_2 și ca efect următor, blocarea lui T_3.

Prin blocarea lui T_3 tensiunea din colectorul acestuia crește brusc aproape de valoarea tensiunii sursei de alimentare; se asigură astfel bazei lui T_4, prin R_8, o tensiune de polarizare suficientă pentru ca multivibratorul să înceapă să oscileze și în difuzor să se audă sunetul de alarmă.

Dacă lumina dispare, schema continuă să rămînă în continuare în poziția de alarmare, pînă la descărcarea lui C_1 prin circuitul de bază al lui T_2 și prin grupul $R_1—P_1$.

Cu cît C_1 este mai mare, cu atît timpul cît schema funcționează va fi mai mare, și invers. Deci timpul cît semnalul sonor debitat de difuzor continuă să existe, depinde de valoarea lui C_1. Sensibilitatea avertizorului față de intensitatea luminoasă se va regla din potențiometrul P_1.

Astfel, pentru sensibilități ridicate, adică pentru ca sunetul de alarmă să apară la o lumină foarte slabă, cursorul lui P_1 va fi adus către masă, și invers, pentru sensibilități mai reduse, cursorul va fi apropiat de capătul rezistorului R_1. Această operație de reglare — eventual de etalonare, se va face într-o cameră în care este întuneric (de recomandat pe timpul nopții) folosindu-se o lumînare sau o lanternă.

După ce s-a cuplat sursa de alimentare Ea, se deplasează potențiometrul P_1 către capătul de sus, adică pentru o sensibilitate slabă. La o distanță de 5 m de fototranzistor se va aprinde lumînarea sau lanterna. Se acționează lent potențiometrul P_1, în sensul creșterii valorii sale, pînă în momentul intrării schemei în funcțiune, moment sesizat prin oscilațiile sonore ce apar în difuzor.

Se lasă potențiometrul în această poziție și se stinge lumina. Se va urmări dacă difuzorul continuă să producă semnalul de alarmă încă circa 10 s.

Pentru a determina distanța cea mai mare de sesizare pentru cazul reglării lui P_1 pentru sensibilitatea maximă, se va proceda în felul următor:

Se trece P_1 în poziția de sensibilitate maximă și se apropie lent sursa de lumină (un chibrit aprins) de fototranzistor. Apropierea încetează în momentul intrării schemei în funcțiune, notîndu-se distanța obținută. Se poate stabili o diagramă sau un tabel de sensibilități ale montajului, funcție de intensitatea luminoasă, funcție de distanță etc.

Pentru efectuarea tuturor acestor determinări va trebui ca lentila cu care este echipat fototranzistorul să fie îndreptată către sursa de lumină, motiv pentru care se recomandă ca instalarea dispozitivului în încăperea ce trebuie supravegheată să se facă într-unul din colțurile de sus ale camerei.

Cînd trebuie supravegheată o cameră mai mare, unde un singur fototranzistor nu este suficient, atunci se pot conecta două sau trei fototranzistoare în derivație. Avertizorul va trebui să fie așezat în acest caz la mijlocul distanței dintre locurile unde se amplasează fototranzistoarele. În cazul apariției unei lumini, este suficient ca un singur fototranzistor să intre în funcțiune pentru ca difuzorul să înceapă a produce sunetul de alarmă.

Fototranzistorul folosit poate fi de tipul ROL 031 (CCSITS), TL 76, BPW-15 etc.

Transformatorul *Tr. 1* va fi de tipul celor de radioficare iar difuzorul de 4 Ω/0,25 W.

Pentru obținerea unor sunete de alarmă mai puternice, este necesar ca după multivibrator, în locul difuzorului, să se introducă un amplificator de putere.

O altă posibilitate legată de partea de alarmare constă în conectarea în locul multivibratorului a unui releu electromagnetic, ale cărui contacte să acționeze o sonerie, o sirenă etc. Acest releu va trebui, bineînțeles, să fie conectat prin intermediul unui tranzistor, care va fi deschis sau blocat, funcție de tensiunea ce apare la colectorul lui T_3.

Acest dispozitiv poate fi folosit și ca avertizor de incendiu, deoarece lumina unei flăcări este ușor sesizată.

Tensiunile indicate în schemă reprezintă tensiuni continue măsurate față de masă, pentru situația cînd fototranzistorul FT_1 este luminat.

Capitolul IV

ELECTRONICA-AUDIO

W-metru

Un amplificator de audiofrecvență de putere poate fi considerat drept un generator de energie electrică, deoarece la bornele sale de ieșire, unde este conectată o sarcină, vom putea măsura un curent și o tensiuhe de ieșire.

Puterea electrică de joasă frecvență pe care o debitează un amplificator la bornele sale de ieșire reprezintă unul din parametrii săi importanți, motiv pentru care se acordă o mare atenție măsurării cu precizie a acesteia.

Amplificatoarele de joasă frecvență construite de amatori au puteri de la cîțiva wați pînă la sute de wați, iar difuzoarele conectate ca sarcină au bobinele mobile cu impedanțe de 4 Ω, 8 Ω, 16 Ω etc. În practica curentă, puterea de ieșire a unui amplificator audio de putere se poate măsura prin două metode: o metodă directă și o metodă indirectă.

Metoda directă constă în conectarea la bornele de ieșire ale amplificatorului de putere a unui watt-metru, valoarea fiind citită direct în wați. Metoda indirectă constă în măsurarea fie a curentului prin sarcină, fie a tensiunii pe sarcină și efectuarea calculelor necesare pentru găsirea valorii puterii electrice.

În ambele cazuri se pleacă de la definiția puterii, exprimată după cum se știe prin relațiile:

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = RI^2, \quad \text{unde:}$$

P — puterea electrică exprimată în wați;
U — tensiunea pe sarcină, exprimată în volți;
I — curentul prin sarcină, exprimat în amperi;
R — rezistența sau impedanța (Z) a sarcinii, exprimată în ohmi.

Astfel, dacă cunoaștem valoarea impedanței difuzorului conectat la ieșirea unui amplificator și cunoaștem și tensiunea

pe această impedanță, vom putea afla cu ușurință valoarea puterii debitate, aplicînd relația:

$$P = \frac{U^2}{Z}.$$

În tabelul 11 sînt date valorile tensiunilor ce se obțin pe difuzoare cu impedanțe diferite și pentru diverse puteri electrice.

Pentru a aplica metoda indirectă de măsurare a puterii se procedează în felul următor:

— se conectează la bornele de ieșire ale amplificatorului un difuzor adecvat tipului și puterii amplificatorului;

— în derivație pe acest difuzor se conectează un voltmetru de joasă frecvență;

— la intrarea amplificatorului se cuplează un generator de joasă frecvență fixat pe 1 000 Hz și pe o tensiune impusă de schema amplificatorului;

— se cuplează tensiunea de alimentare a amplificatorului precum și a generatorului de joasă frecvență și a voltmetrului de joasă frecvență;

— se reglează potențiometrul de volum pentru audiția maximă;

— se citește tensiunea obținută la bornele difuzorului. Folosind tabelul 11 sau relația de calcul a puterii, se determină valoarea acestuia.

Spre exemplu, dacă difuzorul folosit are $Z = 8\ \Omega$, iar tensiunea pe care am citit-o la bornele acestuia este de 12,65 V, rezultă că puterea amplificatorului este de 20 W.

Pentru a măsura direct puterea de ieșire a amplificatorului, se poate construi un watt-metru simplu, capabil să asigure o precizie mai bună de 5%.

Schema pe care o propunem în figura 39 permite alegerea valorii sarcinii pe care să debiteze amplificatorul și deci pe care să se facă evaluarea puterii, precum și folosirea a două scale de puteri.

În compunerea schemei intră două comutatoare, K_1 și K_2, cîteva rezistoare, o diodă și un aparat de măsură tip miliampermetru.

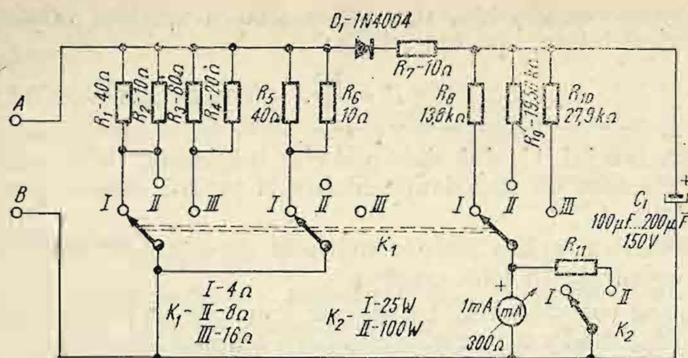


Fig. 39 — W-metru.

Semnalul de la ieșirea din amplificator se introduce la bornele A—B de intrare în W-metru, deci fără a fi nevoie de difuzoare.

Cu ajutorul comutatorului K_1 se alege valoarea rezistenței de sarcină, care în cazul de față pentru poziția I are

Tabelul 11

Puterea debitată pe difuzor [W]	Tensiunea pe difuzor [V]		
	Difuzor cu Z = 4 Ω	Difuzor cu Z = 8 Ω	Difuzor cu Z = 16 Ω
1	2	2,82	4
2	2,82	4	5,65
3	3,46	4,9	6,9
4	4	5,65	8
5	4,455	6,33	9
10	6,33	8,95	12,65
15	7,86	10,96	15,5
20	8,95	12,65	17,9
25	10	14,10	20
50	14,1	20	28,2
75	17,35	24,7	34,70
100	20	28,3	40
150	24,7	34,7	49,4
200	28,3	40	56,4

valoarea de 4 Ω, pentru poziția II are valoarea de 8 Ω iar pentru poziția III are valoarea de 16 Ω.

Cu ajutorul comutatorului K_2 se comută scala W-metrului, de pe poziția I care permite măsurători între 0—25 W pe poziția II care asigură măsurători în gama 0—100 W.

În schema prezentată s-a ales un aparat de măsură care la capăt de scală are 1 mA.

Din punct de vedere al părților componente, schema cuprinde:

— rezistor de sarcină
— etaj redresor
— voltmetru de c.c.

Rezistorul de sarcină este elementul pe care se consumă puterea debitată de amplificatorul supus măsurătorii. În cazul schemei noastre, acest rezistor se alege cu ajutorul comutatorului K_1.

Astfel, cînd K_1 este fixat în poziția I se observă că rezistoarele R_1, R_2, R_5 și R_6 sînt cuplate toate în derivație, constituind o valoare de 4 Ω.

Dacă amplificatorul debitează o putere de 25 W, la bornele acestor patru rezistoare aflate în paralel va apărea o tensiune $U = 10$ V. Această tensiune de frecvență audio, trece în continuare prin dioda redresoare D_1 încărcînd capacitorul C_1 cu o tensiune:

$$U_{C_1} = U\sqrt{2} = 10\sqrt{2} = 14{,}1 \text{ V},$$

adică cu tensiunea de vîrf a semialternanțelor care trec prin D_1.

Tensiunea U_{C_1} obținută prin redresare va face ca prin rezistorul R_8 și aparatul de măsură mA să circule un curent:

$$i = \frac{U_{C_1}}{R_8 + R_{mA}}, \text{ unde:}$$

R_{mA} este rezistența internă a aparatului de măsură.

În cazul de față știm că i trebuie să aibe o valoare de 1 mA pentru a face ca acul aparatului de măsură mA să devieze pînă la capăt. Va rezulta deci:

$$(R_8 + R_{mA}) = \frac{U_{C_1}}{i} = \frac{14{,}1 \text{ V}}{1 \times 10^{-3} \text{ A}} = 14{,}1 \text{ k}\Omega.$$

Dacă rezistența internă a aparatului de măsură are, de exemplu, 300 Ω, rezultă că $R_8 = 13{,}8$ ΩK.

Pentru K_1 și K_2 în poziția I prima scală a aparatului de măsură va măsura puteri între 0 și 25 W, ea trebuind să fie etalonată ca atare. Pentru această operație se va folosi fie tensiunea de rețea, de 50 Hz, fie un amplificator audio la care modificăm puterea de ieșire cu ajutorul potențiometrului de volum.

Pentru a marca pe scala aparatului de măsură valori cuprinse între 0 și 25 W, fie că măsurăm tensiunea la bornele rezistorului de sarcină și determinăm puterea după relația $P = U_2/Z$, fie că citim curentul arătat de aparatul de măsură și apelînd la relațiile:

$$i = \frac{U_{C_1}}{R_8 + R_{mA}} \quad \text{și} \quad U_{C_1} = U\sqrt{2} = \sqrt{2}\sqrt{P \cdot Z}$$

găsim:

$$P = \left(\frac{U_{C_1}}{\sqrt{2}}\right)^2 \times \frac{1}{Z} = \frac{[i(R_8 + R_{mA})]^2}{2Z}$$

Astfel, dacă aparatul de măsură mA arată un curent de 0,5 mA, înseamnă că puterea debitată este:

$$P = \frac{(0{,}5 \cdot 10^{-3} \times 14{,}1 \cdot 10^3)^2}{2 \times 4} = \frac{(7{,}05)^2}{8} = \frac{49{,}7}{8} = 6{,}2 \text{ W}.$$

Dacă se trece K_1 în poziția *II*, adică pentru o sarcină de 8 Ω, iar K_2 rămîne tot pe poziția *I*, valoarea rezistorului R_9 se determină urmînd aceeași ordine de calcul. Din tabelul 11 găsim că pentru 25 W pe sarcina difuzorului de 8 Ω va apărea o tensiune de $U' = 14{,}1$ V. După redresare găsim:

$$U'_{C_1} = \sqrt{2} \times 14{,}1 = 19{,}88 \text{ V iar}$$

$$(R_9 + R_{mA}) = \frac{U'_{C_1}}{i} = \frac{19{,}88}{1 \cdot 10^{-3}} = 19{,}88 \text{ k}\Omega.$$

Cum $R_{mA} = 300$ Ω, rezultă $R_9 = 19{,}58$ kΩ.

În același mod se calculează și R_{10}, care va trebui să aibă o valoare de 27,9 kΩ.

Etalonarea aparatului pentru aceste ultime două poziții trebuie să se mențină față de etalonarea făcută pentru prima poziție. Valorile determinate pentru rezistoarele R_8, R_9 și R_{10} sînt valabile pentru cazul cînd aparatul de măsură are deviația maximă de 1 mA și o rezistență internă de 300 Ω. Pentru alte situații cînd, spre exemplu, aparatul de măsură poate să aibă o sensibilitate de 0,25 mA și o rezistență internă de 800 Ω, va trebui să recalculăm valorile R_8, R_9 și R_{10} urmînd aceeași logică și ordine de desfășurare a calculului.

Pentru situația cînd K_2 este trecut în poziția *II*, adică pentru măsurători de puteri pînă la 100 W, vom constata că prin circuitul de măsură va apărea un curent de 2 mA, deoarece tensiunea la bornele sarcinii pentru 100 W și $Z = 4$ Ω este de 20 V. În acest caz, va trebui ca prin rezistența de șuntare R_{11} să treacă un curent de 1 mA, urmînd ca aparatul de măsură să preia tot 1 mA. Valoarea de 2 mA prin circuitul de măsură pentru puterea de 100 W se menține pentru toate cele trei poziții ale lui K_1.

Etalonarea pentru poziție de 100 W se va face după aceleași reguli ca și pentru poziția de 25 W.

În cazurile în care dorim ca valorile maxime de putere măsurată să fie altele decît cele din exemplul de față, va fi necesar să recalculăm rezistoarele R_8, R_9 și R_{10} funcție de noile limite impuse. De asemenea, dacă dorim ca aparatul să aibă numai o singură scală, se va renunța la comutatorul K_2. În realizarea aparatului va trebui să avem grijă ca rezistoarele $R_1 \ldots R_6$ să fie alese pentru puterile corespunzătoare.

Astfel, dacă aparatul va avea și scala de 100 W, va trebui ca cele patru rezistoare destinate a forma sarcina de 4 Ω să suporte cei 100 W, motiv pentru care rezistorul R_6 de 10 Ω se va alege ca să suporte 40 W, iar R_5 de 40 Ω o putere de 10 W. R_1 va trebui să disipe 20 W, R_2—80 W, R_3—30 W și R_4 o putere de 80 W. Aceste rezistoare vor fi confecționate din fir de nichelină sau alt material rezistiv și vor fi bobinate pe carcase de ceramică sau placă de mică sau asbest. Rezistoarele $R_8 \ldots R_{11}$ vor fi de 0,25 W. Ele pot fi înlocuite cu potențiometre semireglabile, avînd valoarea maximă de 25 kΩ, urmînd ca aducerea la valoarea necesară să se facă în timpul etalonării. Rezistorul R_7 este montat ca element de protecție și va avea o valoare de 10 Ω/1 W.

În cazul cînd dorim să măsurăm puterea amplificatorului avînd difuzorul conectat direct ca sarcină, atunci se va

folosi, de asemenea, schema prezentată în figura 39, însă cu obligația ca rezistoarele de sarcină $R_1 ... R_6$ să fie eliminate, deoarece funcția lor este preluată de difuzor. În acest caz, comutatorul K_1 va acționa numai cu un segment și anume acela care comută rezistoarele $R_8 ... R_{10}$.

În acest caz, tensiunea preluată de la bornele difuzorului va fi redresată în același mod ca și cel descris mai înainte, puterea fiind citită direct la aparatul de măsură; de reținut totuși că va trebui să comutăm K_1 pe valoarea de impedanță corespunzătoare difuzorului folosit. Eliminarea rezistoarelor $R_1 ... R_6$ din circuit se poate face printr-un al treilea comutator (cu două poziții) montat înaintea diodei D_1 și care să comute borna A cînd direct pe dioda D_1 fără $R_1 ... R_6$, cînd cu $R_1 ... R_6$ în paralel.

dB-ul

Decibelul este o unitate de măsură adimensională folosită foarte mult în electronică, atît în domeniul joasei frecvențe cît și în radiofrecvență. În prezent, aproape toate multimetrele; voltmetrele electronice, outputmetrele etc., au scară gradată și în decibeli (dB), fapt ce denotă larga folosire a acestei unități. Cum, la început această unitate de măsură a fost folosită în telefonie, specialiștii respectivi i-au dat numele inventatorului telefonului, Graham Bell.

Inițial, s-a lucrat cu unitatea denumită Bell, dar cum aceasta era prea mare, s-a convenit să fie folosit submultiplul acesteia, adică *decibelul* (dB), care este de zece ori mai mic decît Bell-ul:

1 Bell = 10 dB.

Dar să vedem ce este decibelul. Să presupunem că avem un circuit electric format din două fire (o linie) avînd o lungime oarecare „l" și că la intrarea acesteia cuplăm un generator care debitează un semnal avînd puterea de $P_1 = 10$ W. Măsurînd puterea electrică a semnalului ajuns la celălalt capăt al liniei, să presupunem că am găsit $P_2 = 1$ W. Luînd în discuție cele două valori de putere, vom constata că între ele există raportul:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{10\ \text{W}}{1\ \text{W}} = 10,$$

ceea ce arată că linia „atenuează" în putere, semnalul respectiv de zece ori.

Prin convenție internațională s-a hotărît ca logaritmul în baza 10 a acestui raport de puteri (10 : 1) să reprezinte unitatea de măsură denumită Bell, adică:

$$1\ \text{Bell} = \log \frac{10}{1} = \log 10.$$

Generalizînd, putem scrie:

$$N\ \text{Bell} = \log \frac{P_1}{P_2}$$

Astfel, dacă între P_1 și P_2 există raportul 100 : 1, vom avea $\log \frac{100}{1} = \log 100 = 2$ Bell, deoarece logaritmul lui 100, în baza 10 este 2. Pentru un raport al puterilor de 1 000 : 1 vom găsi log 1 000 = 3 Bell, iar pentru 10 000 valoarea de 4 Bell. Constatîndu-se, așa cum s-a arătat mai înainte, că unitatea adimensională Bell-ul este prea mare, s-a adoptat submultiplul acestuia, decibelul, iar relația de definiție devine:

$$A[_{dB}] = 10 \log \frac{P_1}{P_2}$$

Astfel, pentru un raport al puterilor de 10 : 1, vom găsi $A[_{dB}] = 10 \log 10 = 10$ dB, pentru un raport al puterilor de 100 : 1 vom găsi 10 log 100 = 20 dB, ș.a.m.d.

De asemenea, cînd raportul puterilor este 1 : 1, găsim

$$10 \log \frac{1}{1} = 10 \log 1 = 0\ \text{dB}.$$

Plecîndu-se de la această definiție și avînd în vedere și nevoile practice, s-a trecut și la exprimarea raporturilor de tensiune tot în decibeli. Astfel, știind că $P = U^2/R$, prin înlocuirea acesteia în relația de definiție, s-a obținut:

$$A[_{dB}] = 10 \log \frac{P_1}{P_2} = 10 \log \frac{\frac{U_1^2}{R_1}}{\frac{U_2^2}{R_2}}.$$

Dacă se consideră că tensiunile sînt măsurate pe rezistențe avînd aceeași valoare, adică $R_1 = R_2$, vom găsi:

$$A[_{dB}] = 10 \log \frac{U_1^2}{U_2^2} = 10 \log \left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2 = 20 \log \frac{U_1}{U_2};$$

relație de bază în toate măsurătorile pe care le întreprindem.

Cînd trebuie să lucrăm cu raport de curenți, se pleacă de la relația $P = RI^2$ și unde, prin înlocuire, se găsește:

$$A[_{dB}] = 10 \log \frac{P_1}{P_2} = 10 \log \frac{R_1 \cdot I_1^2}{R_2 \cdot I_2^2};$$

pentru $R_1 = R_2$ devine $A[_{dB}] = 10 \log \left(\frac{I_1}{I_2}\right) = 20 \log \frac{I_1}{I_2}$.

În practică, pentru a găsi rapid valoarea unui raport de puteri sau tensiuni exprimat în dB se folosesc nomograme, rigle de calcul sau tabele. Pentru a veni în ajutorul electroniștilor amatori, prezentăm în această lucrare un asemenea tabel (tabelul 12), care cuprinde cele mai uzuale valori întîlnite în practică.

Decibelul se poate folosi pentru a exprima (evalua) o atenuare, așa după cum am exemplificat mai înainte, sau pentru a defini o amplificare. Convențional, în cazul cînd raportul puterilor sau tensiunilor este supraunitar, avem de-a face cu amplificare și valoarea în dB este pozitivă (+dB), iar în cazul cînd acest raport este subunitar, avem de-a face cu o atenuare și valoarea în dB este negativă (—dB). Iată două exemple:

1) La intrarea unui amplificator se aplică o tensiune U_i de 50 mV iar la ieșire se măsoară o tensiune $U_e = 10$ V. Considerînd rezistențele pe care se măsoară aceste tensiuni egale, să se afle amplificarea dispozitivului exprimată în decibeli.

Apelînd la formula găsită mai înainte, obținem:

$$A[_{dB}] = 20 \log \frac{U_e}{U_i} = 20 \log \frac{10}{0,5} = 20 \log 20 = 26 \text{ dB}.$$

2. La intrarea unui filtru se introduce un semnal cu o tensiune de $U_i = 600$ mV, iar la ieșire din acesta se măsoară același semnal cu o tensiune de $U_e = 12$ mV. Care este atenuarea introdusă de filtru considerînd impedanța de ieșire și de intrare egale.

$$A[_{dB}] = 20 \log \frac{U_e}{U_i} = 20(\log U_e - \log U_i) = 20(\log 12 - \log 600) = 20(1,079 - 2,77815) = -34\text{dB}.$$

De reținut deci că atribuirea semnului minus atenuării este justificată.

Deci, pentru a evalua amplificarea sau atenuarea unui circuit electric sau electronic oarecare, avînd aceeași impedanță la capete, va trebui să măsurăm tensiunea, curentul sau puterea la intrare și ieșire, să facem raportul acestora și să căutăm în tabele sau să calculăm valoarea în decibeli a cifrei respective.

În cazul cînd rezistențele sau impedanțele de intrare și ieșire diferă între ele, atunci atenuarea (care se mai numește și atenuare relativă) se va calcula tot cu relația de definiție, dar în care $R_1 = R_2$. Reluînd această relație, găsim:

$$A[_{dB}] = 10 \log \frac{\frac{U_1^2}{R_1}}{\frac{U_2^2}{R_2}} = 10 \log \left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2 \cdot \frac{R_2}{R_1} = 20 \log \frac{U_1}{U_2} + 10 \log \frac{R_2}{R_1}.$$

În mod practic va trebui să adăugăm la logaritmul raportului tensiunilor și logaritmul raportului acestor rezistențe.

Paralel cu noțiunea de decibel circulă și este folosită (mai rar) și unitatea de măsură numită Neper, unitate adimensională folosită în același scop. De data aceasta se folosește logaritmul natural (bază e), relațiile fiind pentru raportul puterilor $A[_{Neper}] = \ln \frac{p_1}{p_2}$ și pentru raportul tensiunilor $A[_{Neper}] = 2 \ln \frac{U_1}{U_2}$. Între o valoare exprimată în dB și una exprimată în Neperi și invers, există egalitățile:

1 dB = 0,115 Neperi

1 Neper = 8,69 dB.

O altă noțiune legată de raporturi exprimate în dB este și nivelul de referință zero. Prin convenție internațională, s-a

stabilit un nivel de referință unanim recunoscut și față de care se raportează (evaluează) diferite alte tensiuni sau puteri. Acest nivel de referință se numește „nivel zero decibeli" (0 dB) și reprezintă o putere în valoare de 1 mW disipată pe o rezistență de 600 Ω și cînd căderea de tensiune pe rezistență este de 0,775 V.

Această normare cunoscută și sub denumirea de normare americană, este practic folosită de toate laboratoarele din lume, precum și de serviciile internaționale de telecomunicații, unde necesitatea unui limbaj tehnic comun este absolut necesară. În afară de această convenție, vom mai întîlni și nivelul de referință francez — mai puțin răspîndit —, și care a adoptat pentru nivelul 0 dB o putere de 6 mW disipată pe o rezistență de 500 Ω.

În continuare să vedem cum se procedează cînd lucrăm cu aparate de măsură avînd o scară gradată în dB. Pentru aceasta, să considerăm aparatul de măsură portabil (multimetrul) MAVO — 35, fabricat la IAEM Timișoara. Acest multimetru are ultima scară etalonată în dB, cu inscripții în limitele — 10 dB; 0 dB; + 10 dB. Tot pe cadranul aparatului, în stînga jos, se mai găsește notația: „0 dB = = 1 mW, 600 Ω", indicație de fapt obligatorie pentru orice aparat de măsură prevăzut și cu scară în dB. Folosind acest aparat, să efectuăm următoarea experiență: La bornele unui generator de joasă frecvență fixat pe 800 Hz se conectează un rezistor de 600 Ω. Folosind un voltmetru oarecare, fixăm de la butonul de tensiune al generatorului o valoare de 0,775 V. Înlăturăm voltmetrul folosit pentru fixarea nivelului de 0,775 V și conectăm în locul lui multimetrul MAVO-35, avînd comutatorul fixat pe alternativ 2,5 V. Vom constata imediat că acul indicator al aparatului de măsură se oprește la valoarea de 0 dB. Urmărind valoarea tensiunii corespunzătoare pentru această poziție pe scară a acului indicator, vom găsi valoarea $U_1 = 0{,}775$ V. Mărind acum valoarea tensiunii debitată de generator pînă cînd aparatul arată + 6 dB și citind tensiunea corespunzătoare pe scala de 2,5 V, vom găsi o valoare $U_2 = 1{,}54$ V. Dacă aplicăm relația de definiție:

$$A_{[dB]} = 20 \log \frac{U_2}{U_1} = 20 \log \frac{1{,}54}{0{,}775} = 20 \log 1{,}99 = 6 \text{ dB},$$

constatăm că aparatul a fost etalonat pe baza relației:

$A_{[dB]} = 20 \log \frac{U_2}{0{,}775}$, adică toate valorile citite în dB sînt raportate la nivelul de referință convențional de 0,775 V.

Invers, dacă micșorăm tensiunea generatorului pînă cînd acul indicator se oprește la —2 dB, vom găsi ca tensiune corespunzătoare pe scara ~2,5 V valoarea de 0,61 V, ceea ce corespunde relației:

$$U_2 = 0{,}775 \cdot 10^{\frac{A_{[dB]}}{20}}$$

Cum, în cazul nostru $A_{[dB]} = -2$, găsim:

$$U_2 = 0{,}775 \cdot 10^{-\frac{2}{20}} = 0{,}775 \cdot 10^{-0{,}1} = 0{,}775 \cdot 0{,}795 = 0{,}616\text{V}.$$

Deci, dacă multimetrul se folosește pentru măsurarea în dB a unor etaje care au rezistențele de intrare și ieșire de 600 Ω, rezultatul se citește direct folosind scara gradată în dB.

Pentru nivele mai mari, respectiv pentru tensiuni mai mari, se va trece comutatorul pe poziția următoare, care este de 10 V. În această situație, la valoarea în dB citită pe scară se va adăuga +12 dB, domeniul de măsură pe această poziție fiind cuprins între +2 dB (—10 dB + 12 dB = = +2 dB) și 22 dB(+10 dB + 12 dB = +22 dB). Pentru poziția următoare a comutatorului, adică pentru 50 V la valoarea citită se va adăuga +26 dB, iar pentru poziția 250 V se va adăuga +40 dB. La alte aparate de măsură, etalonarea se face urmînd aceleași reguli, existînd diferențe în ceea ce privește limitele primei scări precum și valoarea de adaus la trecerea de la o valoare la alta.

În cazul în care valorile rezistențelor pe care trebuie să le măsurăm sînt de altă valoare decît cea de 600 Ω, atunci va trebui să apelăm la relația de definiție dezvoltată și anume la:

$$A_{[dB]} = 20 \log \frac{U_1}{U_2} + 10 \log \frac{R_2}{R_1},$$

unde va trebui să înlocuim pe $U_2 = 0{,}775$ V și $R_2 = 600\ \Omega$. În acest caz, se obține:

$$A_{[dB]} = 20 \log \frac{U_1}{0{,}775} + 10 \log \frac{600}{R_1}.$$

Această relație arată că putem folosi indicațiile multimetrului și pentru a măsura nivele pe alte valori de rezistență, cu condiția ca la valoarea citită pe scară să adăugăm corecția $10 \log \frac{600}{R_1}$. Procedeul este corect deoarece indicațiile în dB ale scării multimetrului s-au raportat la tensiunea de referință de 0,775 V. Spre exemplificare, să considerăm cazul unui amplificator, de putere, care are montat ca sarcină un difuzor cu impedanța de 8 Ω și la care trebuie să măsurăm nivelul de ieșire exprimat în dB. Se va proceda în felul următor: se pornește amplificatorul și se aplică la intrare un semnal audio, avînd o tensiune oarecare.

Pe difuzorul în funcțiune se aplică multimetrul și pe scara în dB se citește valoarea obținută, care să spunem că este de 20 dB. Pentru a afla valoarea exactă a nivelului, va trebui să aplicăm corecția:

$$A_{[dB]} = 20\ \text{dB} + 10 \log \frac{600}{8} = 20\ \text{dB} + 10 \log 75 = 20\ \text{dB} + 10 \times 1,875 = 20\ \text{dB} + 18,75\ \text{dB} = 38,75\ \text{dB},$$

adică va trebui să adăugăm la indicația multimetrului valoarea de +18,75 dB. Dacă difuzorul este de 4 Ω, corecția va fi:

$$10 \log \frac{600}{4} = 10 \log 150 \simeq 21,5\ \text{dB},$$

iar pentru un difuzor de 16 Ω:

$$10 \log \frac{600}{16} = 10 \log 37,5 \simeq 15,8\ \text{dB}.$$

Pentru a afla cîștigul amplificatorului respectiv, este suficient să scădem din valoarea nivelului în dB obținut la ieșire, așa după cum s-a arătat mai înainte, valoarea nivelului exprimat în decibeli aplicată la intrare.

Astfel, dacă pentru un amplificator care pentru +2 dB aplicați la intrare prezintă la ieșire un nivel de +31 dB, rezultă că amplificarea este de 29 dB.

Tabelul 12

Atenuarea		Raport de tensiuni (U_2/U_1)	Raport de puteri (P_2/P_1)
[dB]	[Neperi]		
1	2	3	4
0	0	1	1
0,1	0,0115	1,012	1,023
0,2	0,0230	1,023	1,047
0,3	0,0346	1,035	1,072
0,4	0,0462	1,047	1,096
0,5	0,0576	1,059	1,122
0,6	0,0692	1,072	1,148
0,7	0,0806	1,084	1,175
0,8	0,0922	1,096	1,202
0,9	0,1040	1,109	1,230
1,0	0,115	1,122	1,259
2	0,230	1,260	1,580
3	0,345	1,410	1,990
4	0,461	1,580	2,510
5	0,576	1,780	3,160
6	0,691	1,990	3,980
7	0,806	2,240	5,010
8	0,921	2,510	6,310
9	1,040	2,820	7,940
10	1,150	3,160	10,00
11	1,270	3,550	12,59
12	1,380	3,980	15,85
13	1,500	4,470	19,95
14	1,610	5,010	25,12
15	1,730	5,620	31,62
16	1,840	6,31	39,81
17	1,96	7,08	50,12
18	2,07	7,94	63,10
19	2,19	8,91	79,43
20	2,30	10	100
21	2,42	11,22	125,9
22	2,53	12,59	158,5
23	2,65	14,13	199,5
24	2,76	15,85	251,2
25	2,88	17,78	316,2

1	2	3	4
26	2,99	19,95	398,1
27	3,11	22,39	501,2
28	3,22	25,12	631
29	3,34	28,18	794,3
30	3,45	31,62	1 000
31	3,57	35,48	1 259
32	3,68	39,81	1 585
33	3,80	44,67	1 990
34	3,91	50,12	2 510
35	4,03	56,23	3 160
36	4,14	63,10	3 980
37	4,26	70,79	5 010
38	4,37	79,43	6 310
39	4,49	89,13	7 940
40	4,61	100	10 000
41	4,72	112,2	12 600
42	4,84	125,9	15 800
43	4,95	141,3	19 900
44	5,07	158,5	25 100
45	5,18	177,7	31 600
46	5,30	199,5	39 800
47	5,41	223,9	50 100
48	5,53	251,2	63 100
49	5,64	281,8	79 400
50	5,76	316,2	100 000
51	5,87	354,8	126 000
52	5,99	398,1	158 000
53	6,10	446,7	199 000
54	6,22	501,2	251 000
55	6,33	562,3	316 000
56	6,45	631	399 000
57	6,56	707,9	501 000
58	6,68	794,3	631 000
59	6,79	891,3	794 000
60	6,91	1 000	1 000 000
65	7,48	1 780	5 000 000
70	8,06	3 162	10×10^6
75	8,63	5 620	50×10^6
80	9,21	10 000	100×10^6

1	2	3	4
85	9,80	17 800	500×10^6
90	10,40	31 620	$1\,000 \times 10^6$
95	10,90	56 200	$5\,000 \times 10^6$
100	11,51	100 000	$1\,000 \times 10^7$
110	12,70	316 200	$1\,000 \times 10^8$
120	13,80	10^6	10^{12}

Preamplificatorul audio

Primul bloc din compunerea unui lanț audio este blocul preamplificator. După cum arată și denumirea dată, acest bloc se află montat înaintea amplificatorului de putere, el avînd rolul de a asigura pentru acesta din urmă semnalul de atac corespunzător. Dar, în afara rolului de a mări — de a preamplifica — tensiunile aparținînd semnalelor audio slabe primite de la surse ca microfonul, picup-ul, de la casetofon, etc., preamplificatorul include în construcția sa diverse circuite corectoare ale semnalelor ce trec prin el, circuite de diminuare a distorsiunilor, elemente de reglaj a volumului etc.

Preamplificatoarele mai pretențioase includ și filtre de zgomot care elimină frecvențele joase datorate în principal zgomotului de motor al picupului, precum și filtre pentru suprimarea frecvențelor înalte datorate uzurii discurilor. Tot în compunerea schemei unui preamplificator pot exista o serie de circuite mai deosebite care îmbunătățesc dinamica audiției, cum este cazul filtrelor Dolby, a sistemului DNL.

Constructiv, preamplificatoarele pot fi realizate cu tranzistoare, cu circuite integrate, sau mixt. În practica curentă, preamplificatorul se construiește separat de amplificatorul de putere, într-o casetă bine ecranată spre a fi evitați paraziții proveniți din diferite surse exterioare. Se recomandă ca alimentarea să se facă de la un circuit separat, tocmai în scopul de a nu se transmite și pe această cale modulații nedorite, frecvență de brum sau alte zgomote.

Tensiunile de intrare într-un preamplificator audio sînt cuprinse în general între 0,1 mV pînă la 200 mV.

Astfel, microfoanele electrodinamice generează la borne o tensiune cuprinsă între 0,1...3 mV. O doză de picup

magnetică dă în general o tensiune pînă la 5 mV, iar o doză cu cristal pînă la 200 mV.

De la borna de ieșire pentru imprimare a unui radioreceptor se obține o tensiune de 300...500 mV, iar de la magnetofoane de 300 mV.

Pentru instalațiile stereofonice, partea de preamplificare este compusă din două blocuri identice. Un comutator aflat la intrare permite cuplarea sau separarea celor două blocuri, așa fel ca ele să poată lucra fie mono, fie stereo. Preamplificatoarele stereo sînt echipate cu potențiometru de volum precum și cu potențiometru de reglaj a tonului. Aceste potențiometre pot fi de tipul două pe ax, și atunci reglajul de ton și de volum se face simultan pentru ambele canale. În alte cazuri, aceste potențiometre sînt individualizate, reglajul făcîndu-se separat.

Preamplificatoarele pot fi folosite și în instalațiile de imprimare pe banda magnetică, în care caz semnalul de la ieșire va debita pe un cap magnetic de imprimare la care se cuplează etajul de premagnetizare.

În cele ce urmează prezentăm două scheme de preamplificatoare audio destinate a fi folosite în lanțurile de amplificare audio.

Prima schemă reprezentată în figura 40 este realizată numai cu tranzistoare cu siliciu tip *npn* și permite preamplificarea semnalelor stereo culese de la un picup, un magnetofon (casetofon), precum și de la alte surse de semnal audio.

Schema cuprinde două unități identice, avînd ca elemente comune axele potențiometrelor duble care asigură simultan, reglajul de ton și de volum.

Alimentarea este asigurată de o tensiune continuă de 15 V, avînd polaritatea negativă cuplată la masă. Consumul de curent nu depășește 15 mA. Banda de frecvență redată de preamplificator pentru o neliniaritate de amplitudine de ± 2 dB este cuprinsă între 30 Hz și 20 kHz.

Volumul poate fi reglat într-o gamă de 70 dB, folosindu-se pentru aceasta un potențiometru dublu de 2×25 kΩ. Pentru reglajul de ton este folosit un circuit corector care asigură o eficacitate de ± 10 dB la frecvența de 100 Hz și de ± 15 dB la frecvența de 10 kHz.

Pentru simetrizarea semnalului de ieșire este folosit potențiometrul P_2 denumit „Balans".

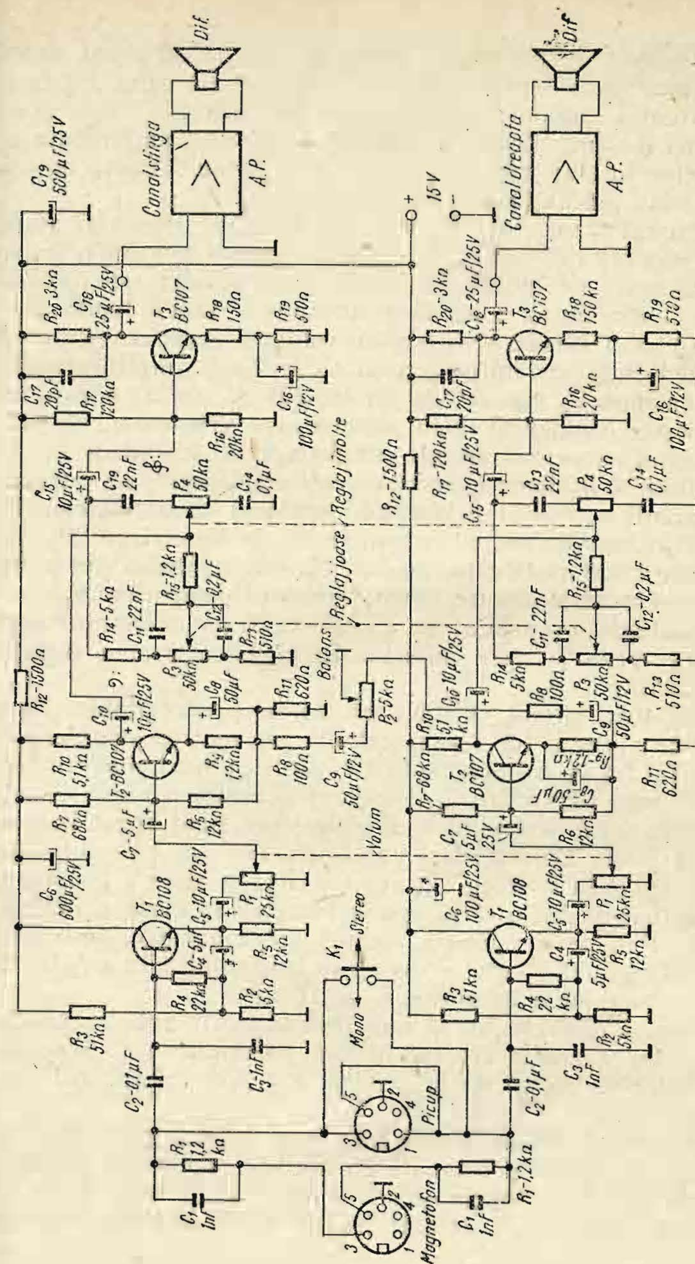


Fig. 40 — Preamplificator cu tranzistoare.

Trecerea de pe poziția mono pe poziția de lucru stereo și invers se face prin intermediul întrerupătorului K_1 care, în situația „mono" cuplează galvanic intrările celor două lanțuri de amplificare. Semnalele ce trebuie amplificate se introduc în etaj prin intermediul mufelor cu 5 contacte, așa cum este arătat în schema de principiu.

Primul tranzistor, T_1, în care pătrunde semnalul audio este montat ca repetor pe emitor, ceea ce asigură o impedanță mare de intrare. Semnalul neamplificat este preluat prin C_5 din emitorul lui T_1 și introdus în potențiometrul P_1 cu ajutorul căruia se reglează volumul audiției. Semnalul astfel dozat este introdus prin C_7 în baza amplificatorului de tensiune T_2 realizat cu un BC-107 A sau cu oricare alt tranzistor similar. Pentru simetrizarea celor două canale, în sensul ca pentru același semnal aplicat la ambele intrări simultan să obținem la ieșire aceeași amplificare, s-a introdus un circuit de reacție negativă în emitorul tranzistoarelor T_2.

Prin intermediul potențiometrului de simetrizare P_2 sînt cuplate către masă capacitoarele C_9, care șuntează din punct de vedere al joasei frecvențe rezistorul de emitor R_{11}.

Semnalul amplificat de T_2 este cules din colectorul acestuia și prin C_{10} este introdus în circuitul pentru reglajul tonalității.

În acest circuit există două potențiometre duble, P_3 și P_4. Cu ajutorul lui P_3 se reglează frecvențele joase, iar cu ajutorul lui P_4 frecvențele înalte. Astfel, atunci cînd cursorul lui P_4 este adus către C_{14}, frecvențele înalte se scurg cu ușurință la masă, semnalul obținut la ieșire fiind bogat în frecvențe joase. Cînd același potențiometru are cursorul către C_{13}, atunci în serie cu C_{14} apare valoarea mare a rezistenței potențiometrului care se opune scurgerii la masă a frecvențelor. Funcție de poziția acestor potențiometre, corectorul de ton reglează nivelul frecvențelor înalte în limita a ± 15 dB, iar a celor joase în limita a $\pm$ 10 dB.

Ieșirea din corector se face prin C_{15}, care aplică semnalul bazei lui T_3 unde are loc ultima preamplificare. Semnalul de ieșire se culege de la sarcina R_{20} prin capacitorul electrolitic C_{18}.

Montajul pentru fiecare cale va fi realizat pe o placă cu circuit imprimat și ecranată cu ajutorul unei cutii metalice. Se va acorda o atenție deosebită legăturii la masă în sensul evitării buclelor de cablaj. Ieșirea către amplificatorul de

putere se face printr-un cablu ecranat. Tensiunea de alimentare de 15 V se va obține de la un redresor, de preferat printr-un circuit de stabilizare.

Un preamplificator cu performanțe deosebite se poate realiza și în cazul folosirii circuitelor integrate de tipul βA 741 (IPRS Băneasa). O astfel de schemă este redată în figura 41, unde pentru fiecare canal s-au folosit cîte două asemenea circuite. Schema se alimentează de la o tensiune de 15 V și are următoarele performanțe:

— Banda de frecvențe amplificate cu o neliniaritate de amplitudine de ± 3 dB . . . . 20 Hz—28 000 Hz
— Coeficientul de distorsiuni neliniare . . . . 0,1 %
— Eficacitatea reglajului de ton la 50 Hz și 10 kHz . . . . $\pm$ 20 dB
— Sensibilitatea pentru 500 mV la ieșire . . . . 60 mV
— Impedanța de intrare . . . . 50 kΩ
— Diafonia între canale la 1 000Hz. . . . 40 dB
— Raport semnal/zgomot . . . . 50 dB.

Circuitul integrat folosit este un amplificator operațional destinat celor mai diverse aplicații industriale. Constructiv, poate fi întîlnit realizat sub formă a trei capsule: plastic cu 14 terminale, plastic cu 8 terminale și capsulă metalică cilindrică cu 8 terminale. El se caracterizează printr-o gamă largă pentru tensiunile de intrare, cîștig în tensiune ridicat (100 dB în buclă deschisă), protecție internă la scurtcircuit, compensare internă cu frecvența. Puterea disipată pentru varianta cu 14 terminale este de 500 mV. Curentul de alimentare nu depășește 3 mA, iar frecvența de tăiere este de 1 MHz. Tensiunea de alimentare maximă este de ± 22 V, iar gama temperaturilor de funcționare 0°C la +70°C, în compunerea schemei electrice a circuitului intrînd 30 de tranzistoare.

Schema este desenată pentru ambele canale, canalul din stînga fiind în partea de sus a desenului, iar canalul din dreapta în partea de jos. Preamplificatorul este echipat cu trei intrări conectate la mufe diferite, precum și cu corectoare de frecvență selectate cu ajutorul comutatorului K_2, funcție de natura semnalului amplificat la intrare. Există

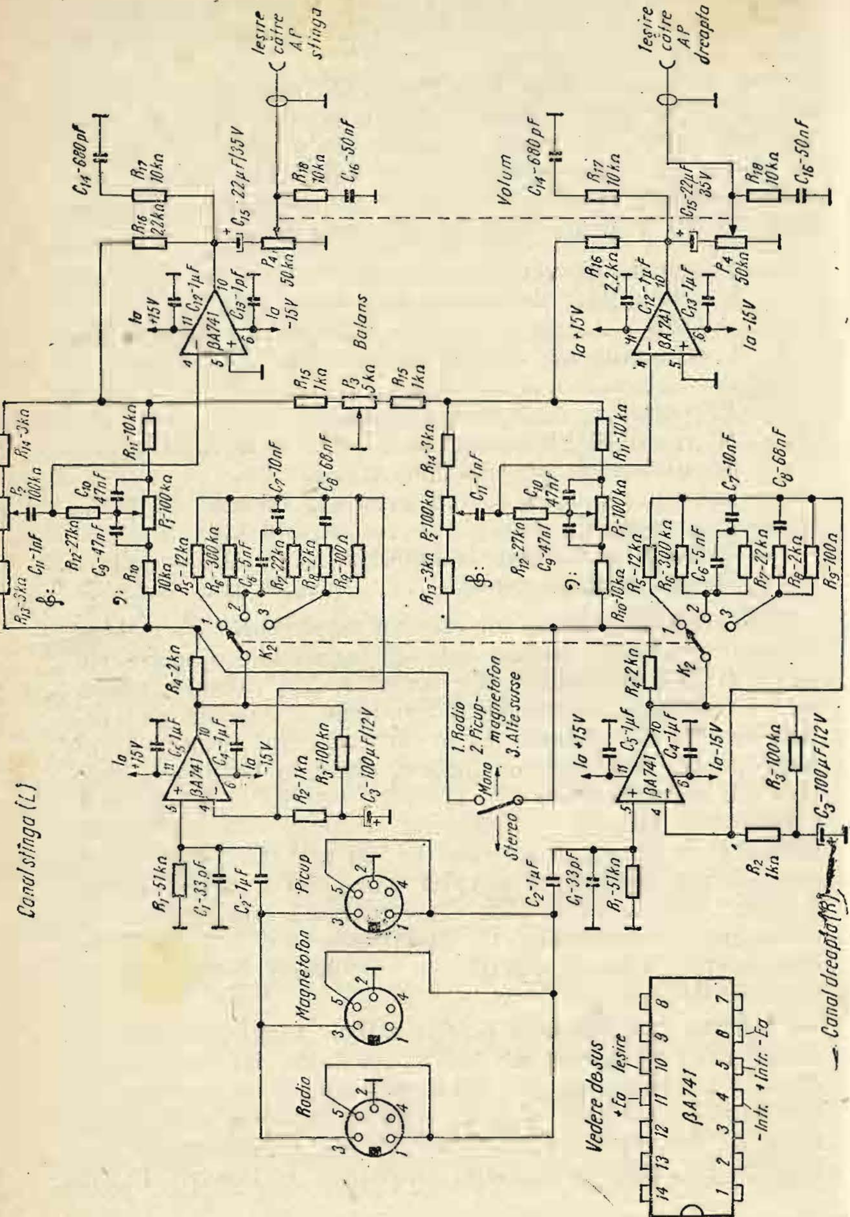


Fig. 41 — Preamplificator cu circuite integrate

un circuit pentru controlul timbrului, iar volumul se reglează cu ajutorul potenţiometrelor P_4 conectate în circuitul de ieşire. Aceste potenţiometre pot fi duble şi atunci reglajul de volum se execută simultan pentru ambele canale sau pot fi individuale şi atunci reglajul de volum se face separat, pentru fiecare canal în parte. Semnalul aplicat la intrare, pătrunde prin C_2 la intrarea (+) neinversoare, în timp ce la intrarea inversoare se aplică un semnal de reacţie prin elementele circuitelor corectoare selectate prin K_2.

Ieşirea din primul amplificator operaţional este dirijată prin R_4 la circuitul corector de ton.

Pentru redarea tip „mono", cu ajutorul unui întrerupător K_1 ieşirile din primul amplificator al celor două canale, pot fi cuplate galvanic, asigurîndu-se astfel acelaşi semnal la ambele ieşiri.

Reglarea balansului se face prin intermediul potenţiometrului comun P_3 care, funcţie de poziţia cursorului conectează mai mult sau mai puţin la masă prin R_{15} un canal sau altul.

La ieşirea din ultimul circuit integrat sînt conectate circuitele R_{17}—C_{14} şi R_{18}—C_{16} care asigură un reglaj fiziologic al volumului. Pentru alimentarea schemei se va folosi o sursă dublă ± 15 V avînd mijlocul conectat la masă.

Realizat conform schemei propuse, preamplificatorul de faţă nu are nevoie de reglaje speciale.

Pentru determinarea parametrilor funcţionali se va folosi un generator de frecvenţă audio, cu distorsiuni cît mai mici, precum şi un voltmetru electronic de joasă frecvenţă.

În realizarea practică se va urmări realizarea unui montaj cît mai compact, fiecare canal trebuind să fie introdus într-un ecran metalic confecţionat din tablă de fier, alamă sau aluminiu. Interconectarea potenţiometrelor cu schema se va executa cu fir ecranat în scopul evitării diafoniilor şi pătrunderii unor eventuale zgomote.

Amplificator audio 2×10 W

Pentru apartamente, nivelul sonor produs de un amplificator de 10 W pe canal, este la limita pragului de incomodare a celor din jur, motiv pentru care această variantă este destul de răspîndită. Pentru amatorii de audio care posedă

un *deck* sau vor să asculte programele radio stereofonice transmise pe programul 3, în redare sonoră de calitate, propunem un amplificator stereo capabil de performanțe superioare.

Schema de principiu este prezentată în figura 42. Aici s-a figurat detaliat numai partea ce revine canalului din stînga, schema canalului din dreapta fiind identică. Semnalul aplicat la intrările stereo va fi preluat de la un preamplificator audio realizat după una din variantele prezentate mai înainte, motiv pentru care amplificatorul de față nu are nici un element de reglaj.

Parametrii electrici ai amplificatorului sînt următorii:

— Banda frecvențelor amplificate pentru o distorsiune de amplitudine de $\pm$ 3 dB este cuprinsă între 20 Hz și 22 kHz;

— Puterea nominală de ieșire pe canal, pe o sarcină de 4 Ω este de 10 W;

— Coeficientul de distorsiuni neliniare este de 0,5%;

— Sensibilitatea (tensiunea de intrare) pentru a asigura puterea de 10 W pe $Z = 4\,\Omega$, este de 200 mV;

— Amplificarea în tensiune: 30 dB;

— Impedanța de intrare (Z_{intr}) este de circa 100 kΩ;

— Diafonia între canale în bandă este mai mare de 30 dB;

— Tensiunea de alimentare: sursă simplă de 25 V;

— Curentul de mers în gol: 40 mA pe un canal;

— Curentul consumat pentru puterea de 10 W este circa 0,7 A pe canal.

Repartizarea tranzistoarelor conform funcțiilor ce le îndeplinesc, este următoarea: T_1 — etaj de intrare; T_2+T_3 — etaj pilot; T_4 — etaj de polarizare; T_5+T_6 etaj defazor cu simetrie complementară și T_7—T_8 etajul final de putere.

Semnalul obținut de la preamplificator este introdus prin C_1 și R_4 în baza primului tranzistor care este un *pnp* cu siliciu, de tipul BC 177, BC 179, montat în conexiune *bootstrap*, ceea ce oferă o impedanță mare de intrare.

Tensiunea de polarizare a bazei lui T_1 se obține de la divizorul R_1—R_2—R_5, fiind preluată prin rezistorul R_3. Circuitul de emitor al acestui etaj de intrare este inclus în circuitul de reacție negativă de curent continuu, fiind cuplat prin rezistorul R_9 la punctul median, adică între cele două

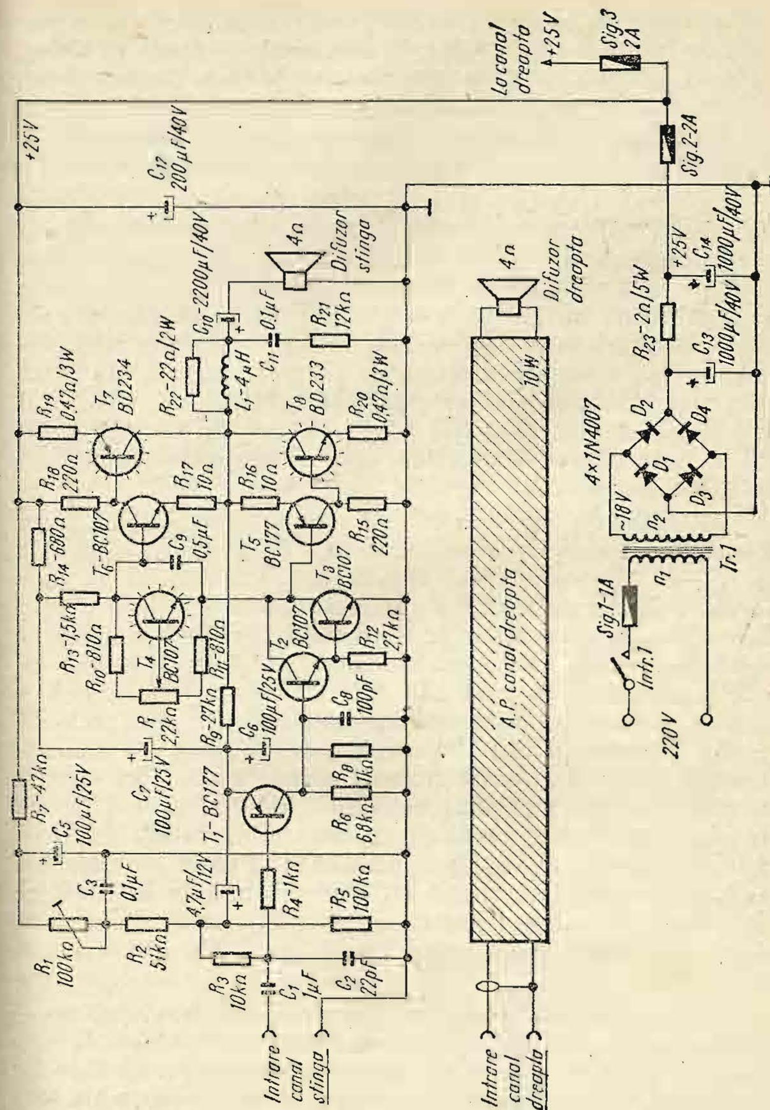


Fig. 42 — Amplificator audio 2 × 10 W.

tranzistoare de putere. Prin aceasta se asigură o bună stabilitate termică a punctului de funcționare a tranzistoarelor, precum și autocentrarea tensiunii mediane a etajului final, atunci cînd tensiunea de alimentare are tendința să varieze.

Tensiunea mediană se va stabili prin manevrarea semireglabilului R_1 inclus în lanțul de polarizare al bazei lui T_1.

Emitorul tranzistorului T_1 este decuplat prin grupul R_8—C_6. Existența rezistorului R_8 în acest circuit asigură o decuplare parțială, ceea ce asigură o reacție negativă, care contribuie la stabilitatea montajului. Existența unei ridicate impedanțe de intrare în acest etaj, permite obținerea unei bune adaptări între impedanța de ieșire a preamplificatorului și cea a amplificatorului de putere. Semnalul de ieșire din circuitul de intrare este preluat galvanic din colectorul lui T_1 și introdus în etajul pilot, compus din tranzistoarele T_2 și T_3 în montaj Darlington, ceea ce asigură o amplificare suficient de bună.

Polarizarea tranzistorului T_2 este asigurată de căderea de tensiune pe R_6, iar a tranzistorului T_3 de divizorul format de T_2 și R_{12}. Sarcina din colectorul tranzistorului T_3 este formată din tranzistorul T_4 și rezistoarele R_{13} și R_{14} prin care se asigură de altfel și tensiunea de alimentare necesară colectorului. În alte variante de schemă în circuitul de colector al etajului pilot sînt folosite diode, termistori sau simple rezistoare. Deoarece din acest circuit este preluată pe lîngă semnalul util și tensiunea de polarizare a tranzistoarelor următoare, acest grup de elemente aflate ca sarcină a etajului pilot, a căpătat denumirea de etaj de polarizare. În principiu, el trebuie să urmărească temperatura de lucru a tranzistoarelor finale, să controleze și să corecteze curentul de mers în gol al acestora. În cazul schemei de față, etajul de polarizare este realizat cu un tranzistor *npn*, în montaj denumit „superdiodă", constituind o sursă de tensiune constantă.

Prin acționarea potențiometrului P_1 care modifică polarizarea lui T_4, se reglează polarizarea tranzistoarelor T_5—T_6 și în final și curentul de mers în gol al tranzistoarelor T_7—T_8. Semnalul audio amplificat de etajul pilot este introdus galvanic la intrarea celor două tranzistoare defazoare-prefinale T_5—T_6. Astfel, semialternanța pozitivă a semnalului audio este preluată și amplificată de T_6 (*npn*), iar semialternanța

negativă de tranzistorul T_5 (*pnp*). Rezistoarele T_{16} și T_{17} aflate în circuitul de emitor al defazoarelor introduc o reacție negativă care contribuie atît la asigurarea unei bune stabilități cît și la eliminarea distorsiunilor.

Semnalele amplificate sînt preluate tot galvanic din colectorul prefinalelor și sînt introduse pe bazele celor două tranzistoare finale, de putere.

De data aceasta, în brațul de sus, T_7 (*pnp*) va amplifica semialternanța negativă, defazată cu 180° de T_6, iar T_8 va amplifica semialternanța pozitivă, etajul lucrînd în contratimp. Și în emitorul tranzistoarelor finale se află introduse cîte un rezistor (R_{19} și R_{20}) care au același rol stabilizator.

Semnalul de ieșire ce trebuie să atace difuzorul este preluat din punctul median, respectiv punctul de înseriere a celor două tranzistoare finale complementare.

Acest semnal compus din semialternanța amplificată de T_7 și cea amplificată de T_8 este preluat prin capacitorul C_{10} care trebuie să aibă o valoare cuprinsă între 2 200 μF și 4 700 μF și o tensiune de lucru preferabil de 40 V.

La ieșirea amplificatorului este montat un filtru în Γ (gamma) format pe latura serie din inductanța L_1 și rezistorul R_{22}, iar pe latura derivație din capacitorul C_{11} și rezistorul R_{21}. Rolul acestui filtru este de a elimina eventualele oscilații parazite ultraacustice. Inductanța L_1 se va realiza pe o carcasă din material plastic, avînd diametrul de 16 mm și va consta în bobinarea unui număr de 16 spire, folosind sîrmă de cupru emailat de 0,6—0,7 mm. Alimentarea amplificatorului se va face de la un redresor realizat cu Tr_1, diodele D_1—D_4 și capacitoarele C_{13}—C_{14}.

Transformatorul de rețea Tr_1 se va realiza cu un pachet de tole E12 și cu o secțiune a miezului de minimum 8 cm². În secundar, se va realiza un bobinaj care să asigure o tensiune alternativă de 18 V.

Pentru realizarea practică a amplificatorului, cel mai indicat este să fie folosit un cablaj imprimat realizat pe o plăcuță de steclotextolit placat pe o singură față și cu o grosime de minimum 2 mm. Fiecare canal se va realiza separat, între ele dispunîndu-se un ecran metalic.

Traseul cablajului va fi executat urmărind cît mai fidel modul în care piesele sînt dispuse în schema de principiu.

Barele de alimentare realizate din cablaj vor mărgini laturile mari ale plăcuței, așa cum este figurat și în schemă și vor avea o lățime de 4—5 mm. Peste ele se va depune un strat de cositor. În realizarea cablajului va trebui să evităm buclele de ocolire, fiind indicat ca acolo unde circuitele se intersectează să fie folosite punți săritoare realizate cu fir de cupru plantat pe partea unde sînt fixate și piesele componente. Va trebui acordată mare atenție capacitoarelor electrolitice care nu trebuie să prezinte curenți de fugă. Capacitoarele C_1 și C_9 vor fi de tip PMP.

Difuzorul folosit va trebui să corespundă puterii de ieșire a amplificatorului. În cazul realizării unei boxe cu mai multe difuzoare se poate recurge la soluția cuplării în serie-paralel a acestor difuzoare, așa fel ca în final să se obțină impedanța de 4 Ω. Astfel, dacă folosim un număr de patru difuzoare de 2,5 W fiecare avînd $Z = 4\ \Omega$, atunci vom realiza două lanțuri de cîte două difuzoare înseriate (8 Ω), lanțurile fiind la rîndul lor conectate în derivație.

Pentru asigurarea unui regim termic optim, tranzistoarele finale se vor monta pe un radiator comun. Pe același radiator se va monta și tranzistorul T_4, așa fel ca toate aceste trei tranzistoare să aibă aceeași temperatură de lucru.

O dată terminată construcția amplificatorului se va trece la efectuarea reglajelor necesare funcționării corecte. La început se verifică dacă tensiunea de alimentare are valoarea de 25 V, bineînțeles cu mici abateri care pot merge maximum pînă la un volt. În continuare, se cuplează un voltmetru de c.c. (cuplat pentru o tensiune de minimum 15 V) între colectorul tranzistorului T_8 și masă (—25 V). Se scurtcircuitează la masă intrarea amplificatorului supus măsurătorii, folosind un fir de cupru cît mai scurt. Manevrînd potențiometrul semireglabil R_1 vom urmări ca tensiunea indicată de voltmetru să fie de 12,5 V, adică exact jumătate din tensiunea de alimentare. Același lucru trebuie să obținem și dacă voltmetrul este cuplat pe tranzistorul T_7, adică între colectorul acestuia și borna +25 V. Se trece în continuare la reglarea curentului de mers în gol pentru fiecare tranzistor final în parte. În acest scop se înseriază în colectorul lui T_7, apoi în cel al lui T_8 un miliampermetru de curent continuu. Cu montajul alimentat cu intrarea șuntată și cu difuzorul (sarcina) cuplat se manevrează potențiometrul P_1 pînă cînd curentul din circuitul de colector

are o valoare de 14—15 mA. Refăcînd întreruperea din colectorul lui T_7 se mută aparatul de măsură în colectorul lui T_8 unde trebuie să găsim aceeași valoare de curent. Pentru o perfectă simetrie a acestor curenți este necesar ca tranzistoarele T_5—T_6 și T_7—T_8 să fie împerecheate din punct de vedere al factorului de amplificare (β), cît și obligația de a avea o bună precizie a valorilor rezistoarelor ce intră în compunerea acestei părți a schemei. Folosind un generator de audiofrecvență, se va ridica curba de răspuns în frecvență a amplificatorului, precum și sensibilitatea acestuia, măsurînd puterea obținută pe o sarcină de 4 Ω.

Amplificator audio 2×50 W

Datorită performanțelor deosebite ce le oferă, amplificatorul stereo de 50 w pe canal, pe care îl prezentăm în schema din figura 43, se situează în categoria celor de înaltă fidelitate, oferind și o bună stabilitate în funcționare.

Realizat cu componente ușor procurabile de la magazinele de specialitate, schema oferă în același timp amatorului constructor și prilejul de a se familiariza cu particularitățile și tendințele actuale privind tehnica amplificatoarelor stereo de putere. Amplificatorul este caracterizat prin faptul că are o intrare diferențială, etajul pilot are ca sarcină dinamică un generator de curent, este prevăzut cu circuit de protecție automată la supracurenți, între etaje este folosită la maximum legătura directă (galvanică) etc. În schema prezentată s-a figurat detaliat numai partea ce revine canalului din stînga, schema canalului din dreapta fiind identică. Semnalul de intrare în canalele de amplificare va fi preluat de la un preamplificator stereo, realizat după una din variantele prezentate mai înainte.

Ca performanțe electrice, amplificatorul de față prezintă următoarele valori:

— Banda frecvențelor amplificate pentru o distorsiune de amplitudine de ± 2 dB este cuprinsă între 16 Hz la 28 kHz;

— Puterea nominală de ieșire pe canal, pe o sarcină de 4 Ω este de 50 W;

— Sensibilitatea (tensiunea de intrare) pentru a asigura puterea de 50 W pe sarcina $Z = 4\ \Omega$ este de 500 mV;

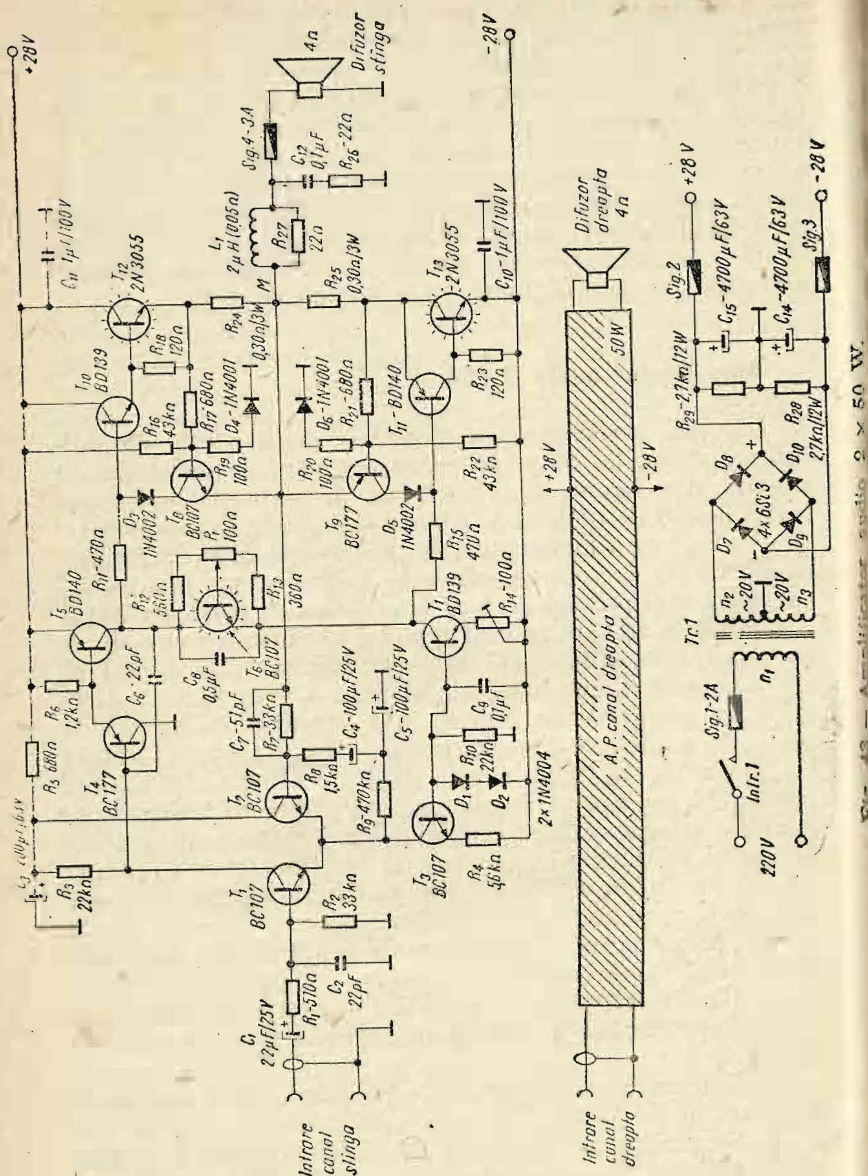


Fig. 43 — Amplificator audio 2 × 50 W.

— Impedanța de intrare este de 25 kΩ
— Coeficientul de distorsiuni neliniare este de 0,3 %;
— Amplificarea în tensiune este de 29 dB;
— Diafonia între canale, în bandă, este mai mare de 80 dB;
— Raportul semnal/zgomot este de 80 dB;
— Tensiunea de alimentare: sursă dublă 2×28 V;
— Curentul de mers în gol pe un canal este de 110 mA;
— Curentul consumat pe canal pentru puterea de 50 W este de 2 A.

Cele 13 tranzistoare ale amplificatorului îndeplinesc următoarele funcțiuni:

T_1—T_2 — etaj de intrare diferențial; T_3 — generator de curent constant; T_4—T_5 etaj pilot; T_6 — superdiodă; T_7 — generator de curent constant; T_8—T_9 — etaj de protecție la supracurent; T_{10}—T_{11} — etaj defazor; T_{12}—T_{13} — etaj final de putere.

Semnalul ce trebuie amplificat, după ce trece prin C_1—R_1 pătrunde în tranzistorul T_1 montat ca amplificator.

În scopul micșorării distorsiunilor, în emitorul acestora s-a introdus un generator de curent format din T_3 și grupul stabilizator D_1—D_2.

Tranzistorul al doilea al etajului diferențial (T_2) primește pe bază, prin R_7, o tensiune reprezentînd semnalul de reacție negativă globală. Din R_7 se poate regla în anumite limite amplificarea întregului montaj.

Semnalul amplificat în T_1 este cules de la bornele rezistorului de sarcină R_3 și introdus în etajul pilot format din grupul T_4—T_5. Tranzistorul T_4 fiind montat ca repetor asigură pentru ieșirea lui T_1 o impedanță de sarcină mare.

Sarcina etajului pilot este formată din superdioda T_6 și generatorul de curent T_7. Datorită cuplajului galvanic cu următorul etaj, din potențiometrul P_1 aflat în baza superdiodei, se va regla polarizarea tranzistoarelor T_{10}—T_{11} și implicit și curentul de mers în gol al tranzistoarelor finale. În stare de repaus, curentul de colector al tranzistorului T_5 trebuie să fie de circa 10 mA. Acest curent se reglează din potențiometrul semireglabil R_{14}.

Semnalul audio este condus mai departe prin R_{11} și R_{15} la bazele tranzistoarelor T_{10} și T_{11}, care sînt complementare. Astfel, semialternanța pozitivă aplicată bazei lui T_{10} va

duce la deschiderea acestuia și implicit și la deschiderea finalului T_{12} pe care îl comandă. În acest mod, punctul median M și deci și borna difuzorului vor fi apropiate mult de ramura +28 V a tensiunii de alimentare.

Aceeași semialternanță pozitivă este aplicată simultan și bazei lui T_{11}, dar acesta, fiind un tranzistor tip *pnp*, nu se va deschide.

Cînd sosește semialternanța negativă, tranzistorul T_{10}, care este *npn*, nu va reacționa, în schimb va funcționa, se va deschide, tranzistorul T_{11}. Acesta, la rîndul său, deschide finalul T_{13} care va apropia de data aceasta punctul M și deci și difuzorul către ramura — 28 V.

Dacă pe parcursul funcționării se întîmplă ca prin finalii T_{12}—T_{13} să treacă un curent mai mare decît cel de regim, atunci vor intra automat în funcțiune tranzistoarele T_8—T_9, fie simultan, fie separat.

Astfel, dacă presupunem că datorită unei cauze oarecare curentul prin T_{12} crește peste 2 A, atunci căderea de tensiune de la bornele rezistorului R_{24} crește peste 0,6 V. Tensiunea de 0,6 V este dusă prin R_{17} la baza tranzistorului T_8 care, pînă acum blocat, începe să conducă și să pună la punctul median, potențialul de polarizare al bazei lui T_{10}. În acest mod, T_{10} se blochează și automat se blochează T_{12}. În același mod acționează și ramura de protecție a brațului din care face parte T_9 și T_{13}.

Rolul diodelor D_3...D_6 din circuitul acestui sistem de protecție este de a opri trecerea semnalului audio din circuitul de emitor al finalelor către baza tranzistoarelor defazoare T_{10} și T_{11}.

În serie cu difuzorul este conectată o inductanță L_1 cu rolul de a opri eventualele oscilații supraacustice care ar putea apare în circuit. Același rol îl are și circuitul tip Bucherot format din C_{12}—R_{26} montat în derivație pe difuzor precum și capacitoarele C_2, C_6 și C_7. Inductanța L_1 se va realiza pe o carcasă cu diametrul de 16 mm și va cuprinde un număr de 10 spire realizate cu sîrmă de CuEm cu diametrul de 1 mm.

Pentru alimentarea celor două canale de amplificare se folosește un redresor realizat după o schemă clasică. Transformatorul de rețea *Tr.1* se va realiza cu un pachet de tole tip E 20, avînd o secțiune de 16 cm². În primar, vom bobina pentru tensiunea de 220 V un număr de 750 spire, folosind

sîrmă de cupru emailat avînd diametrul de 0,6—0,7 mm, iar în secundar, pentru a obține 2×20 V, se vor bobina 2×70 spire, folosind sîrmă de cupru emailat cu diametrul de 1,2—1,3 mm. Referitor la realizarea practică a montajului se vor urma aceleași indicații ca și pentru amplificatorul 2×10 W, descris mai înainte.

După terminarea construcției se va trece la efectuarea reglajelor necesare unei funcționări corecte. La început se va verifica, așa după cum este normal, tensiunea de alimentare dată de redresor.

Mai departe, se montează difuzorul de 4 Ω sau se poate monta în locul lui o rezistență confecționată din nichelină, avînd valoarea de 4 Ω/50 W. Se scurtcircuitează intrarea canalului unind cu un fir scurt cele două borne între ele. Cu un miliampermetru înseriat în colectorul tranzistorului T_7, se reglează R_{14} pînă cînd în circuit va exista un curent de cuprins între 9—11 mA.

În continuare, se trece la reglarea curentului de mers în gol al tranzistoarelor finale T_{12} și T_{13}.

Pentru aceasta se înseriază mai întîi în colectorul lui T_{12}, iar apoi în colectorul lui T_{13} un miliampermetru de c.c. Reglînd din potențiometrul P_1, vom urmări ca aparatul să indice un curent de 40 mA atît pentru un braț, cît și pentru celălalt. În caz că acest lucru nu se poate obține, între curenții de repaus ai tranzistoarelor T_{12}—T_{13} fiind o diferență mai mare de 2—3 mA, atunci se vor verifica valorile rezistoarelor din circuitele de polarizare, a rezistoarelor R_{24}—R_{25} care trebuie să fie identice, precum și modul cum s-a făcut împerecherea tranzistoarelor T_{12}—T_{13} și T_{10}—T_{11}, din punct de vedere al factorului β. De asemenea, se va ajusta în limite mici și R_3. După operația de reglare a curenților de mers în gol se conectează un voltmetru de c.c. în derivație pe difuzor sau pe sarcina folosită. Va trebui ca acesta să nu indice nici o tensiune. Acolo unde este posibil se va monta, tot în derivație pe difuzor, un osciloscop, cu ajutorul căruia vom controla absența oricărei frecvențe parazite. Dacă vom constata oscilații parazite pe ecranul osciloscopului, va fi necesar să mărim pe rînd capacitoarele C_6 și C_7. Pentru verificarea funcționării circuitelor de protecție se procedează în felul următor:

Se înlătură scurtcircuitul de la intrare și se cuplează la bornele de intrare un generator audio, un semnal de 800—

1 000 Hz și cu o tensiune de circa 0,3 V (se poate folosi și un semnal muzical preluat de la preamplificator). Avînd difuzorul de 4 Ω montat, se va urmări și reține, pe cît posibil, intensitatea sunetului debitat de acesta.

Folosind o rezistență de 4 Ω/50 W pe care o conectăm ritmic în derivație pe difuzoare, vom urmări dacă intensitatea sonoră scade aproape total atunci cînd sarcina suplimentară este conectată.

Pentru o bună funcționare a amplificatorului va fi necesar ca tranzistoarele care disipă putere să fie bine răcite. În acest scop, toate tranzistoarele tip BD vor fi prevăzute cu plăcuțe de aluminiu fixate cu un șurub M3 de orificiul existent în corpul acestui tip de tranzistor. De asemenea, finalii 2N3055 se vor fixa pe radiatoare cu aripioare, care să asigure o suprafață de răcire de minimum 150 cm² și groasă de 3 mm pentru fiecare. Pentru a nu fi necesară izolarea din punct de vedere electric a acestor radiatoare, tranzistoarele finale se vor izola printr-o foiță de mică. De asemenea, șuruburile de strîngere vor fi izolate prin intermediul unor cilindri de trecere prin peretele radiatorului. Pentru a obține o bună compensare a variației parametrilor cu temperatura tranzistoarelor finale, este necesar ca superdioda T_6 să fie montată pe același radiator cu T_{12} și T_{13}. Pentru protecția difuzorului sau difuzoarelor, în cazurile cînd unul din tranzistoarele finale se scurtcircuitează sau datorită altor defecțiuni se recomandă introducerea în serie cu acestea a unei siguranțe calibrate.

Se recomandă, de asemenea, ca pe timpul reglajelor, constructorul să urmărească și să execute cu atenție orice operație, deoarece, avînd în vedere tensiunea relativ mare de lucru, sînt posibile deteriorări foarte rapide ale pieselor.

Amplificator audio 2×100 W

Pentru sonorizările în aer liber sau pentru săli de mari dimensiuni, un amplificator stereo de 2×100 W asigură un nivel acustic suficient de bun.

Pentru amatorii constructori care doresc să realizeze un amplificator lucrînd la o asemenea putere, prezentăm în figura 44 o schemă modernă, echipată cu sistem automat de protecție și caracterizată prin parametri ce o situează în

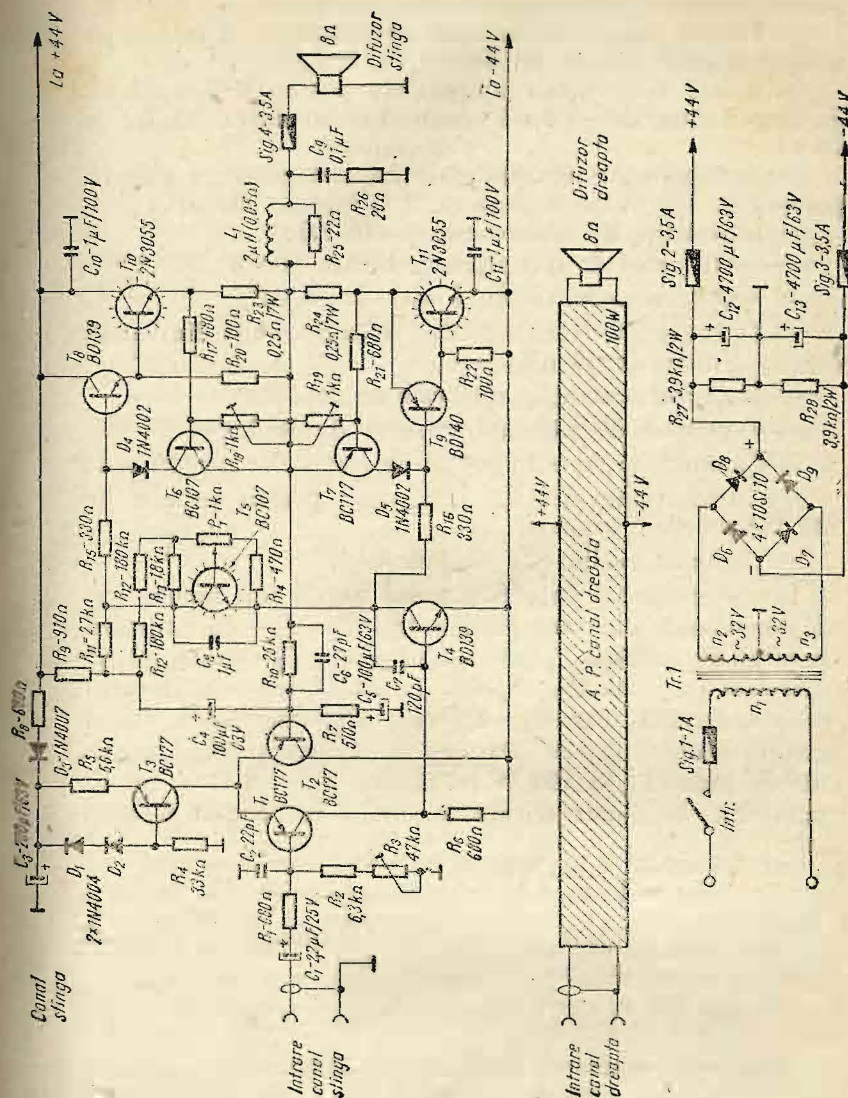


Fig. 44 — Amplificator audio 2 × 100 W.

categoria amplificatoarelor de înaltă calitate. Iată care sînt parametrii funcționali ai schemei:

— Puterea nominală de ieșire pe un canal, debitată pe o sarcină de 8 Ω este de 100 W;

— Banda frecvențelor amplificate pentru o distorsiune de amplitudine de ± 2 dB este cuprinsă între 20 Hz și 25 kHz;

— Sensibilitatea (tensiunea de intrare) pentru a asigura puterea de 100 W pe sarcina de 8 Ω este de 775 mV;

— Impedanța de intrare este de 15 kΩ;

— Coeficientul de distorsiuni neliniare este de 0,35 %;

— Amplificarea în tensiune este de 31 dB;

— Diafonia între canale pentru orice frecvență din bandă este mai mare de 30 dB;

— Raportul semnal/zgomot este de 80 dB;

— Tensiunea de alimentare: sursă dublă 2×44 V;

— Curentul de mers în gol pe un canal este de 110 mA;

— Curentul maxim (I_{max}) pe canal pentru puterea de 100 W este de 5 amperi;

— Curentul mediu este de 1,6 A.

În compunerea amplificatorului intră un număr de 11 tranzistoare din care primele trei T_1—T_2—T_3 formează circuitul de intrare, T_4 este etajul pilot, T_5 este etajul de polarizare (superdiodă), T_6—T_7 formează sistemul de protecție automată, iar T_8—T_9—T_{10}—T_{11} reprezintă etajul final în montaj dublet Darlington. Pentru puterea nominală de ieșire $P_{ie} = 100$ W pe sarcina $Z_{ie} = 8\ \Omega$ a amplificatorului, tensiunea eficace măsurată la bornele sarcinei este:

$$U_{ef} = \sqrt{P_{ie} \cdot Z_{ie}} = \sqrt{100 \cdot 8} = 28{,}2 \text{ V}.$$

Tensiunea de vîrf a unei semialternanțe, a tensiunii eficace determinată mai înainte, va fi:

$$U_{max} = \sqrt{2}\, U_{ef} = 1{,}41 \cdot 28{,}2 = 39{,}762 \text{ V}.$$

Pentru determinarea tensiunii de alimentare (E_a) necesară se va folosi formula:

$$E_a = U_{max} + U_{RE} + U_{CE} + U_D$$

unde: U_{max} — tensiunea de vîrf a semnalului de la bornele sarcinii;

U_{RE} — căderea de tensiune de la bornele rezistorului din emitor;

U_{CE} — căderea de tensiune dintre colectorul și emitorul tranzistorului;

U_D — tensiunea necesară pentru a atinge regimul de saturație.

Înlocuind în relația lui E_a aceste mărimi, care în mod uzual au valorile $U_{RE} = 0{,}5$ V, $U_{CE} = 1$ V și $U_D = 2$ V, găsim:

$$E_a = 39{,}762 + 0{,}5 + 1 + 2 = 43{,}262 \text{ V}.$$

Practic vom lucra cu o tensiune $E_a = 44$ V.

Sursa de alimentare va trebui deci realizată și calculată pentru a asigura 2×44 V, adică va fi o sursă dublă, deoarece un braț (de ex. T_{10}) va fi alimentat cu ± 44 V iar brațul al doilea, care lucrează în contratimp, cu ∓ 44 V.

Curentul eficace ce va străbate sarcina pentru puterea maximă este:

$$I_{ef} = \sqrt{\frac{P_{ie}}{Z_{ie}}} = \sqrt{\frac{100}{8}} = 3{,}54 \text{ A}.$$

Curentul de vîrf va avea atunci valoarea:

$$I_{max} = \sqrt{2}\, I_{ef} = 1{,}41 \times 3{,}54 = 4{,}9914 \simeq 5 \text{ A}.$$

Valoarea medie a curentului de alimentare este: $I_{med} = \frac{I_{max}}{\pi} = \frac{5}{3{,}14} = 1{,}6$ A.

Aceste valori ne conduc la alegerea unui tranzistor final care să corespundă funcționării la această putere, respectiv la curentul și tensiunea de lucru determinate mai înainte. Consultînd catalogul de semiconductoare al IPRS Băneasa vom constata că tranzistorul care corespunde cerințelor schemei este tipul 2N3055, avînd $P_{TOT} = 117$ W, $V_{CBO} = 100$ V și $I_c = 15$ A.

Puterea consumată de la sursa de alimentare de ambele tranzistoare este dată de relația:

$$P_0 = \frac{2E_a\, I_{max}}{\pi} = \frac{2 \times 44 \times 5}{3{,}14} = 140 \text{ W}.$$

Randamentul pentru un canal este:

$$\eta\% = 100\frac{P_{ie}}{P_o} = \frac{100}{140} = 71\%.$$

Puterea disipată de un singur tranzistor final în regim de lucru este dată de:

$$P_{dis} \approx \frac{0,85 \cdot E_a^2}{Z \cdot \pi^2} = \frac{0,85 \cdot (44)^2}{8 \times (3,14)^2} = 24 \cdot 0,85 \approx 20 \text{ W}.$$

Semnalul de atac, exprimat în mA și necesar a fi aplicat bazei tranzistorului final pentru a obține curentul de colector $I_{max} = I_{c_{max}} = 5$ A, se determină de relația:

$$I_{B_{max}} = \frac{I_{c_{max}}}{\beta}.$$

Considerînd că lucrăm cu un tranzistor care are factorul de amplificare $\beta = 50$, vom găsi:

$$I_{B_{max}} = \frac{5}{50} = 0,1 \text{ A} = 100 \text{ mA}.$$

Acest curent $I_{B_{max}}$ va trebui să fie asigurat de tranzistorul prefinal T_8 sau T_9, curentul de colector al acestora, fiind de fapt curentul de bază al finalelor.

Semnalul de intrare în amplificator se aplică prin grupul R_1C_1 pe baza tranzistorului T_1 care lucrează ca amplificator de tensiune. Tranzistorul pereche T_2 lucrează în circuitul de reacție globală, asigurînd stabilitatea întregului lanț. În emitorul acestor tranzistoare este montat T_3 în regim de generator de curent.

Semnalul amplificat este aplicat cu cuplaj direct bazei tranzistorului T_4, care lucrează ca etaj pilot. În circuitul de emitor al acestuia se află superdioda realizată cu T_5 și cu ajutorul căreia se menține constant punctul de funcționare al tranzistoarelor prefinale și finale.

Semnalul amplificat este condus prin R_{15} și R_{16} în bazele tranzistoarelor T_8 și T_9, funcționarea în continuare fiind aceeași ca și în cazul schemei 2×50 W. Protecția etajului final la suprasarcină este asigurată de tranzistoarele T_6 și T_7 care, atunci cînd sînt deschise de tensiunea ce apare la

bornele rezistoarelor R_{23} și $R_{..}$, blochează intrările prefinalelor T_8 și T_9.

Alimentarea amplificatorului se va face de la un redresor clasic, care va trebui să asigure puterea electrică pentru ambele canale. Transformatorul de rețea se va realiza pe un pachet de tole tip E 20 și avînd o secțiune de minimum 20 cm². Pentru înfășurarea primară se vor bobina (n_1) un număr de 550 spire, folosind sîrmă de CuEm cu diametrul de 0,75—0,8 mm. Secundarul care va trebui să asigure 2×32 V va cuprinde un număr de 2×83 spire, adică $n_2 = n_3 = 83$ spire.

Se va folosi sîrmă de CuEm cu diametrul de minimum 1,8 mm. Cele două înfășurări secundare se vor bobina în continuare. Între primar și secundar se va interpune un ecran care va fi legat la masa montajului. O atenție deosebită trebuie acordată respectării dimensionării siguranțelor din circuitele unde acestea au fost introduse. Aceeași atenție trebuie acordată și secțiunii conductoarelor care fac legătura dintre elementele mari consumatoare de curent, inclusiv cablajul imprimat, deoarece o secțiune subțire prezintă o rezistență electrică mare, ceea ce duce la căderi de tensiune pe aceste porțiuni.

Tranzistoarele finale se vor monta pe un radiator confecționat din tablă de aluminiu groasă de 1 mm și cu o suprafață totală de minimum 400 cm², realizată sub forma unor piese în U, montate una în interiorul alteia. Tranzistoarele de putere nu se vor monta direct pe radiatoare, ci folosind foițe de mică și bucșe izolatoare de trecere pentru izolarea șuruburilor de prindere.

Pentru reglajul amplificatorului se va proceda în principiu ca și în cazul amplificatorului 2×50 W.

Tranzistorul T_5 se va monta pe același radiator cu T_{10}—T_{11}. Verificarea intrării în funcțiune a tranzistoarelor T_6—T_7 se va face după aceeași metodă ca pentru amplificatorul 2×50 W, reglîndu-se punctul de deschidere din potențiometrele semireglabile R_{18} și R_{19}.

Amplificatorul fiecărui canal se va realiza în cutii ecranate și conectate la masa comună.

Inductanța L_1 se va realiza pe o carcasă din material plastic, avînd diametrul de 16 mm și va consta în bobinarea spiră lîngă spiră a unui număr de 10 spire, folosind sîrmă de CuEm cu diametrul de 1 mm.

Mono-stereo

Pentru a trece o imprimare stereo într-o imprimare mono este destul de simplu, procedeul constînd în unirea din punct de vedere electric a ieșirii preamplificatoarelor din lanțul stereo. Semnalul astfel compus poate fi introdus în lanțul de imprimare mono, el păstrînd toate calitățile celor două canale însumate. Mai dificilă este însă trecerea de la semnalul mono la semnalul stereo. Această situație o întîlnim atunci cînd vrem să imprimăm sau să sonorizăm în stereo un disc vechi sau o casetă care este imprimată mono. Uneori pentru a rezolva rapid această problemă se unesc între ele intrările canalelor stereo și pe această intrare comună se aplică semnalul mono în cauză.

Semnalul astfel prelucrat va fi același atît în difuzorul din stînga, cît și în difuzorul din dreapta. Pentru a se obține totuși o diferențiere între semnalul reprodus de canalul din dreapta față de canalul din stînga, atunci cînd plecăm de la un semnal mono, au fost concepute o serie de scheme electronice, care practic realizează o pseudostereofonie, dar care este totuși utilă, agreabilă, mai ales atunci cînd este vorba de un disc valoros. O astfel de schemă este prezentată în figura 45. Este vorba de un adaptor care practic se va intercala între ieșirea unui picup mono cu amplificator, sau ieșirea unui magnetofon (casetofon) mono și intrarea stereofonică a unui amplificator. În literatura de specialitate această schemă este cunoscută sub numele de montaj Dipton și din rezultatele pe care le oferă, se pare că se numără printre schemele cele mai avantajoase.

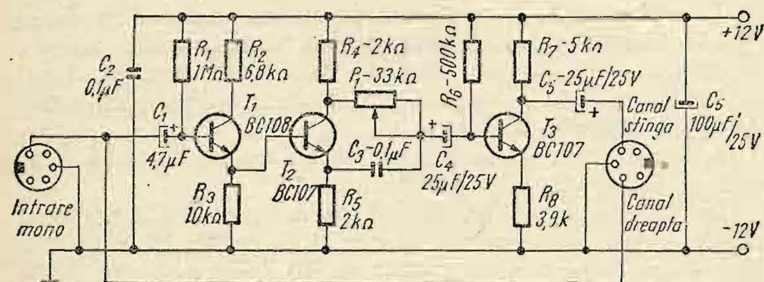


Fig. 45 — Montaj mono-stereo.

Schema care are o intrare mono și două ieșiri, una pentru canalul din stînga și alta pentru canalul din dreapta, este compusă din trei tranzistoare, alimentate de la o sursă de 12 V. Semnalul monofonic necesar a fi aplicat la intrare trebuie să aibă o valoare cuprinsă între 0,7 V și 1 V. Urmărind schema se observă că semnalul pentru unul din canale, în cazul schemei de față canalul din dreapta, este identic cu semnalul mono, el trecînd direct de la borna de intrare către borna de ieșire destinată canalului din dreapta. În schimb pentru canalul din stînga semnalul este prelucrat, fiind introdus în montajul electronic care produce o defazare în frecvență a semnalului monofonic cuplat la intrare. Practic, pentru semnale avînd frecvențe pînă la 500 Hz, schema nu introduce defazări importante, dar pe măsura creșterii frecvenței, defazarea crește repede, obținîndu-se pentru frecvențe în jur de 8 kHz o rotire a fazei cu 180°. Efectul sonor obținut prin folosirea acestui procedeu constă într-o redare spațială a semnalului, redare care este dificil de constatat că este datorată unui artificiu.

Cu difuzoarele lanțului stereo amplasate corespunzător, montajul Dipton, asigură redarea frecvențelor joase în zona centrală cuprinsă între cele două incinte acustice, în timp ce frecvențele înalte au o prezență spațială, creînd senzația de relief sonor. Cuplarea semnalului monofonic la adaptorul Dipton se face prin intermediul unui cablu ecranat, terminat la capete cu mufe de joasă frecvență.

Primul etaj al schemei reprezintă un repetor pe emitor, ceea ce asigură o impedanță mare de intrare. Acest etaj care nu amplifică semnalul este realizat cu un tranzistor de joasă frecvență tip BC-108 sau BC-109. Polarizarea bazei este obținută prin rezistorul R_1, iar semnalul de intrare este aplicat prin capacitorul C_1. Din T_1 semnalul este luat direct și dus în baza tranzistorului T_2, care prin R_3 primește și tensiunea de polarizare necesară. Tranzistorul T_2 montat ca defazor este caracterizat prin aceea că tensiunile obținute la bornele celor două rezistoare R_4 și R_5 sînt identice, dar defazate între ele cu 180°. Practic semnalul cules la bornele rezistorului R_5 este în fază cu tensiunea aplicată pe baza acestuia și în fază și cu semnalul aplicat la intrare, deoa-

rece T_1 montat ca repetor nu inversează faza. Semnalul cules de la bornele lui R_4 și care este defazat cu 180° față de semnalul cules de la bornele lui R_5, este introdus prin P_1 la baza celui de al treilea tranzistor T_3.

Tot la baza lui T_3 este cuplat prin C_3 și semnalul nedefazat.

În acest punct, semnalul nedefazat și semnalul defazat se însumează vectorial, tranzistorul T_3 amplificînd rezultanta acestora.

Din schemă se observă că frecvențele joase ale semnalului nedefazat care pătrund prin C_3 sînt atenuate de acest capacitor, ele ajungînd împreună cu frecvențele înalte — prin potențiometrul P_1 — pe baza lui T_3.

În T_3 are loc o nouă defazare, ceea ce face ca la ieșire să se obțină pentru această parte a spectrului un semnal în fază cu semnalul de la intrare. Pe măsură ce frecvența crește, reactanța capacitorului C_3 scade, permițînd pătrunderea în baza lui T_3 a semnalului nedefazat.

Trecînd prin T_3, semnalul își schimbă faza, ceea ce permite ca pe canalul din stînga să treacă semnalele cu fază diferită față de cele care pătrund direct pentru canalul din dreapta. Existența potențiometrului P_1 în circuitul semnalului care suferă prima defazare permite obținerea unui dozaj în ceea ce privește redarea frecvențelor joase, respectiv a pragului de apariție a semnalului defazat.

Acest ultim tranzistor, T_3, nu amplifică decît în mică măsură semnalul primit la intrare, deoarece este necesar ca semnalele de ieșire pentru cele două căi stereo să coexiste pe cît posibil cu același nivel de tensiune. Pentru acest motiv, în emitorul lui T_3 este montat rezistorul R_8, care introduce o reacție negativă puternică. Montajul va fi realizat cît mai compact, pe o plăcuță de steclotextolit placat și va fi ecranat într-o cutie confecționată din tablă de aluminiu.

Ideal este ca montajul să facă parte din structura preamplificatorului pe care intenționăm să-l construim, urmînd ca introducerea acestuia în circuit să se facă prin intermediul unui comutator simplu. Tranzistoarele folosite trebuie să aibe un factor de amplificare de minim 50, iar curentul de fugă al capacitoarelor electrolitice trebuie atent verificat spre a nu planta în montaj componente defecte.

Verificarea montajului se poate face fie cu un oscilograf cu două spoturi, cu care ocazie se poate efectua și o etalonare în frecvență a potențiometrului P_1, fie prin audiție directă, în care caz se stabilesc pozițiile dorite pentru P_1. În ambele cazuri la intrarea în adaptor se va introduce un semnal audio obținut de la un generator de joasă frecvență.

Capitolul V

RADIOELECTRONICA APLICATĂ

OIRT — CCIR

Conform convențiilor internaționale, radiodifuziunii pe unde ultrascurte U.U.S. (U.K.W., U.S.W., O.U.C.) i s-a repartizat spectrul de frecvență cuprins între 63 MHz și 108 MHz. Din acest ecart de frecvență pentru OIRT (Organizația Internațională de Radio și Televiziune) din care fac parte țările socialiste, a fost repartizată banda cuprinsă între 63 MHz... 73 MHz (4,76 m...4,11 m), iar pentru CCIR (Comitetul Consultativ Internațional de Radiocomunicații), din care fac parte, în general, țările din apusul Europei, s-a repartizat banda 87 MHz...108 MHz (3,4 m...2,7 m).

Spectrul CCIR este dublu față de spectrul OIRT. Față de aceste convenții și industriile din țările respective și-au construit emițătoarele și receptoarele radio pentru frecvențe de lucru cuprinse în spectrul repartizat. Din acest motiv este lesne de înțeles că un radio receptor prevăzut cu bandă UUS-CCIR nu va putea recepționa emițătoarele OIRT și invers. Pentru a rezolva problema, respectiv pentru a se putea folosi un radioreceptor cu bandă CCIR în banda OIRT sînt posibile două variante:

1. Să se modifice circuitele de intrare și de oscilator ale blocului UUS din radioreceptor, în sensul aducerii acestora în banda necesară.

2. Să se folosească un adaptor care să nu afecteze cu nimic construcția radioreceptorului și care cuplat la antenă să permită recepționarea semnalului respectiv.

Pentru punerea în practică a primei variante este nevoie de un generator, de un frecvențmetru și de un voltmetru electronic, toate lucrînd în domeniul frecvențelor amintite.

Pentru varianta a 2-a nu este necesar nici un fel de aparat special de măsură. Considerînd deci cea de-a doua variantă mai ușor de pus în practică vom prezenta în cele ce urmează un adaptor simplu, realizat cu un singur tranzistor și care

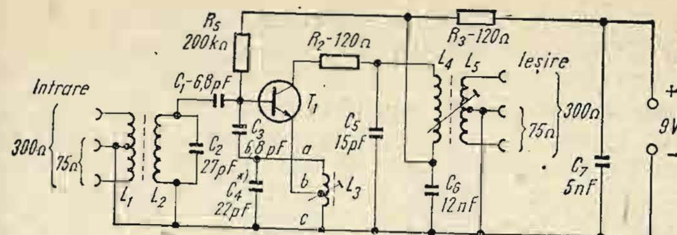


Fig. 46 — OIRT-CCIR.

translatează frecvențele recepționate în norma OIRT în frecvențe mai înalte, necesare pentru banda CCIR. Locul adaptorului este între antena exterioară și bornele de intrare ale radioreceptorului cu bandă CCIR.

Alimentarea acestui adaptor se va face de la sursa radioreceptorului în cauză. Schema după care se va realiza adaptorul este prezentată în figura 46. În compunerea acesteia intră un singur tranzistor, T_1, care este din seria celor de înaltă frecvență ca BF-180, BF-183, BF-200, BF-224, BF-240, BF-509 etc. Acest tranzistor lucrează ca oscilator-convertor, avînd ca sarcină un circuit acordat L_4C_5.

Oscilațiile sînt datorate prezenței circuitului acordat L_3C_4 conectat în emitorul tranzistorului T_1. Semnalul cules de antenă se cuplează, funcție de impedanța cablului de coborîre, la bornele de 75 Ω sau 300 Ω ale inductanței de intrare L_1. De aici, prin inducție, semnalele culese de antenă pătrund în circuitul acordat L_2C_2. Lățimea de bandă a acestui circuit este aproape de 7 MHz, ceea ce permite selectarea simultană a mai multor stații de emisie fără a fi necesar un acord manual. Semnalele astfel selectate sînt introduse în baza tranzistorului T_1 prin intermediul capacitorului de cuplaj C_1. Aici are loc amestecul (mixarea) între frecvențele f_1, f_2, f_3, etc. culese din antenă și frecvența oscilatorului local f_0. În urma procesului de mixare, la ieșirea din tranzistor pot fi culese o serie de componente printre care cele principale sînt (f_1+f_0) și (f_1-f_0), unde f_1 este o frecvență recepționată, iar f_0 este frecvența oscilatorului. Dintre acestea, cu ajutorul circuitului acordat L_4C_5 din colector, este selectată componenta (f_1+f_0), care prin inducție ajunge la bornele de ieșire de 75 Ω sau de 300 Ω. De aici semnalul (f_1+f_0) este introdus la bornele de antenă ale radioreceptorului cu bloc UUS—

CCIR. Banda de trecere a circuitului de ieșire L_4C_5 este destul de largă, avînd o valoare de aproximativ 7 MHz. Frecvența f_0 a oscilatorului local se poate regla prin rotirea miezului inductantei L_3 sau prin montarea unui capacitor variabil în locul lui C_4. Frecvența de bază de lucru a oscilatorului f_0 trebuie să fie de 25 MHz sau de 35 MHz sau o valoare oarecare cuprinsă între acestea. Astfel, dacă $f_0 =$ $= 25$ MHz și dacă notăm cu f_1 începutul benzii OIRT și cu f_2 sfîrșitul acestei benzi, atunci prin conversie ea va fi translatată în spectrul 88 MHz—98 MHz.

$$f_1 + f_0 = 63 \text{ MHz} + 25 \text{ MHz} = 88 \text{ MHz}.$$
$$f_2 + f_0 = 73 \text{ MHz} + 25 \text{ MHz} = 98 \text{ MHz}.$$

adică în prima parte a scalei CCIR. Deci, manevrînd acordul aparatului în zona 88—98 MHz, vom putea recepționa toate stațiile existente în banda OIRT. Dacă $f_0 = 35$ MHz atunci translatarea benzii OIRT se face în cealaltă parte a spectrului repartizat CCIR și anume în gama 98—108 MHz.

$$f_1 + f_0 = 63 \text{ MHz} + 35 \text{ MHz} = 98 \text{ MHz}.$$
$$f_2 + f_0 = 73 \text{ MHz} + 35 \text{ MHz} = 108 \text{ MHz}.$$

În acest caz posturile vor fi recepționate reglînd acordul în a doua jumătate a gamei. Dacă se consideră $f_0 = 30$ MHz, atunci spectrul va fi translatat în gama 93 MHz—103 MHz și recepția se va face în zona centrală a scalei.

Astfel dacă $f_0 = 30$ MHz și trebuie să recepționăm stația UUS din orașul Constanța, care lucrează pe 71,18 MHz, indicatorul de acord al scalei aparatului cu bloc UUS-CCIR va trebui adus în dreptul frecvenței $f_1 + f_0 = 71{,}18 + 30 =$ $= 101{,}18$ MHz.

Constructiv, montajul va trebui realizat pe o plăcuță cu cablaj imprimat, avînd dimensiunile de circa 40×45 mm. Tranzistorul se va monta în partea centrală a plăcuței, iar intrarea și ieșirea lateral, așa fel ca ele să se afle pe laturile opuse în scopul de a se evita apariția oscilațiilor parazite. Toate inductanțele se vor realiza pe carcase din material plastic, avînd diametrul de 6 mm și prevăzute cu miez de ferită pentru UUS. Înfășurarea L_1 va cuprinde un număr de 4 spire, avînd priză la mijloc. Se va folosi sîrmă de CuEm

Tabelul 13

f [MHz]	λ [m]	Localitatea	f [MHz]	λ [m]	Localitatea
65,96	4,54	Zalău	70,64	4,24	Deva
66,17	4,53	Piatra Neamț	71,00	4,22	Oradea I
66,74	4,49	Brașov II	71,18	4,21	Constanța
67,25	4,46	Rîmnicu	71,72	4,18	Arad
		Vîlcea	71,84	4,17	Iași
		Sibiu	71,90	4,17	Novaci
67,34	4,45	Vișeu	72,08	4,16	București II
67,79	4,42	Tulcea	72,20	4,15	Cîmpulung
67,88	4,41	Focșani	72,32	4,14	Bîrlad
68,36	4,38	București			
69,29	4,32	Iași	72,36	4,14	Reșița
69,35	4,32	Sibiu	72,62	4,13	Zalău
69,35	4,32	București I	72,74	4,12	Drobeta —
					T. Severin
69,65	4,30	Timișoara	72,74	4,12	Cluj
70,01	4,28	Constanța II	72,80	4,12	Petroșani
70,61	4,24	Suceava	72,98	4,11	Suceava

cu diametrul de 0,3—0,35 mm. Înfășurarea L_2 va cuprinde 5 spire bobinate cu sîrmă de CuEm de 0,8 mm. Spirele inductanței L_1 se vor bobina printre spirele inductanței L_2. Inductanța L_3 a oscilatorului va avea 12 spire, scoțînd o priză la spira a 4-a de jos, adică a—b să aibă 8 spire și b—c un număr de 4 spire. Se va folosi sîrmă de CuEm cu diametrul de 0,35—0,4 mm. Pentru bobina L_4 vom înfășura 5 spire cu sîrmă CuEm, avînd diametrul de 0,8 mm, iar L_5 va cuprinde 3 spire cu priză la mijloc (1+1) și va fi realizată cu sîrmă de CuEm de 0,5 mm diametru. Spirele inductanței L_5 se vor bobina lîngă cele ale inductanței L_4. Montajul realizat se va fixa în interiorul casetei receptorului, iar alimentarea se va conecta în punctul unde se asigură și alimentarea blocului UUS. Pentru acordul adaptorului cît mai corect, prezentăm în tabelul 13 lista cu stațiile UUS ce funcționează la noi în țară (emit programul III, dacă nu se specifică altfel).

Amplificator de antenă, de bandă largă

În afară de amplificatoarele radio acordate pe anumite frecvențe de lucru, în practica curentă se folosesc și așa-numitele amplificatoare radio de bandă largă.

Un asemenea amplificator este caracterizat prin asigurarea unei amplificări constante pentru orice frecvență aplicată la intrare și cuprinsă într-o bandă oarecare. Asemenea amplificatoare se folosesc atît pentru amplificarea semnalelor radio primite de la antenă, cît și în instalații destinate a lucra în bandă largă de frecvențe și unde acordul pe o frecvență sau alta nu se poate face operativ.

În figura 47 prezentăm schema unui amplificator de antenă, care asigură o amplificare aproape constantă într-o bandă de frecvențe cuprinse între 1 MHz—250 MHz. Amplificatorul poate fi folosit pentru amplificarea oricărui semnal, începînd cu o parte din gama undelor medii și inclusiv pînă la canalul 12 de televiziune. El se înseriază între antenă și intrarea receptorului radio sau de televiziune și este util atît pentru recepția unor stații radio, cît și pentru recepționarea pe diferite canale, a programelor TV.

Amplificatorul este realizat cu două tranzistoare de tipul BF-183 (BF-200 BF-508) sau altele echivalente și asigură un coeficient de amplificare de 20 dB.

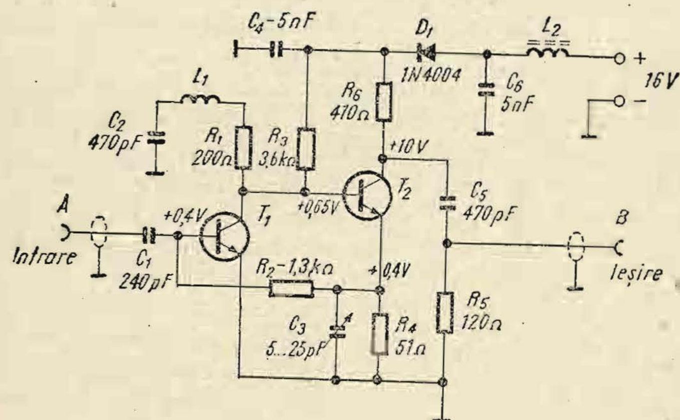


Fig. 47 — Amplificator de bandă largă.

Schema este calculată pentru o tensiune de alimentare de 16 V și are un consum de circa 20 mA.

Impedanța de intrare și ieșire este cuprinsă între 50 Ω... 75 Ω. Semnalul maxim aplicat la intrare pentru care nu apar distorsiuni de intermodulație este de 200 mV. În cazul cînd la locul recepției există o stație radio puternică și care deranjează funcționarea amplificatorului, atunci pe frecvența de lucru a acesteia se construiește un filtru rejector cuplat la intrarea în amplificator.

Pentru obținerea unei amplificări de 40 dB sau de 60 dB se pot înseria trei amplificatoare construite după schema dată în figura 47, cu condiția ca fiecare amplificator să fie ecranat într-o casetă metalică special construită.

Schema prezentată este avantajoasă față de alte tipuri de scheme prin aceea că folosește cuplajul galvanic (direct) între tranzistoare, eliminînd în felul acesta capacitoarele sau transformatoarele de cuplaj.

Schema are o bună stabilitate termică, are un nivel mic de zgomote proprii și ocupă un volum mic, fiind compusă dintr-un număr mic de componente.

Semnalul de intrare obținut de la antenă se introduce printr-un cablu coaxial la intrarea A. De aici prin C_1 semnalul pătrunde în baza tranzistorului de înaltă frecvență, T_1, unde este amplificat. Din colectorul acestuia, semnalul este introdus mai departe în baza următorului tranzistor, T_2, unde suferă o nouă amplificare. Astfel amplificat, semnalul este preluat din colectorul lui T_2 și prin C_5 este dus la borna de ieșire B, urmînd ca de aici, printr-o legătură directă scurtă sau printr-un cablu coaxial, să fie introdus în receptorul radio. Pentru asigurarea unei bune stabilități, în schemă se folosește o reacție negativă de curent, prin intermediul rezistorului R_2 conectat între emitorul lui T_2 și baza lui T_1. În emitorul tranzistorului T_2 acționează și o reacție negativă în curent alternativ datorată prezenței capacitorului C_3, reacție care nu se menține constantă în gama de frecvențe. Astfel, la frecvențe înalte această reacție se micșorează, iar la frecvențe joase crește. Tot pentru corecția amplificării în banda de frecvențe este introdus și circuitul $R_1L_1C_2$, care mărește amplificarea în partea de mijloc a benzii.

Rezistorul R_5 introdus în circuitul de ieşire serveşte la adaptarea impedanţei de ieşire a amplificatorului cu impedanţa de intrare a cablului coaxial folosit.

În schemă mai apare dioda D_1, care este montată pentru protejarea tranzistoarelor în cazul cuplării inverse a sursei de alimentare.

Montajul se va realiza pe o plăcuţă de textolit dublu placat şi va avea dimensiunile de circa 30×40 mm. Una din feţele acestei plăcuţe nu se va supune corodării, rămînînd ca ecran şi, ca atare, conectîndu-se la masa montajului. Tranzistoarele şi celelalte elemente componente ale schemei se vor monta pe cealaltă parte, pe un cablaj ce va fi desenat conform schemei de principiu. Punctele de conectare la masă vor fi prevăzute cu găuri prin plăcuţă, aşa fel ca piesa respectivă să fie cositorită la partea necorodată. Restul punctelor (terminalelor) se vor cositori direct pe cablajul realizat, deci fără a practica găuri. Distanţa între piese va trebui să fie foarte mică, iar terminalele pieselor componente vor trebui scurtate cît mai mult.

Inductanţa L_1 va trebui să aibă o valoare de circa 0,15 μH şi se va realiza fie pe un miez de ferită, fie în aer.

În primul caz se va folosi un miez de ferită cu diametrul de 3 mm şi lung de 15 mm, pe care se vor bobina, cu sîrmă de cupru emailată cu diametrul de 0,6 ÷ 0,8 mm, un număr de 5 spire.

În cazul realizării inductanţei în aer, se vor bobina cu sîrmă de cupru emailat, avînd diametrul de 0,8 mm, pe un cilindru-suport cu rază de 6 mm, un număr de 10 spire.

Inductanţa L_2, care împreună cu C_6 îndeplineşte rol de filtru trece jos, nepermiţînd frecvenţelor radio să pătrundă în sursa de alimentare, va trebui să aibă o valoare mai mare de 500 μH. Aceasta se va realiza pe un miez de ferită, avînd diametrul de 10 mm şi lungimea de 20 mm, obţinut dintr-o bară de antenă de ferită. După confecţionarea unei carcase din carton, vom bobina pe acest miez, folosind sîrma de cupru emailat cu diametrul de 0,2 mm, un număr de 150 spire.

Întregul montaj, cu excepţia inductanţei L_2, se va introduce într-o cutie-ecran, confecţionată din tablă de aluminiu groasă de maximum 1 mm. Pe pereţii laterali ai acestei cutii se vor practica cu un dorn patru adîncituri către interior, în scopul de a crea puncte de sprijin pentru plăcuţa montajului.

Inductanţa L_2 se va fixa în afara cutiei, pe unul din pereţi, lîngă borna de introducere a alimentării. Două capace vor închide această cutie-ecran, avînd mai înainte grijă ca în dreptul capacitorului C_3 să fie practicată o gaură cu diametrul de 5 mm, necesară acţionării acestuia din exterior.

În cazul cuplării în serie a două sau trei asemenea amplificatoare, se vor realiza inductanţe L_2 pentru fiecare în parte. Reglarea amplificatorului constă în rotirea lui C_3 pentru a obţine o amplificare cît mai uniformă în toată banda.

Pentru obţinerea unui semnal amplificat cît mai lipsit de zgomote, amplificatorul se poate monta pe antenă, asigurînd alimentarea printr-un conductor separat. Capacitorul C_3 va fi un semireglabil tip trimer, cu suport de ceramică, iar C_1, C_2 etc. vor fi tip plachetă.

Indicator de acord

Fixarea unui radioreceptor pe postul pe care dorim să-l recepţionăm se face prin manevrarea capacitorului variabil, cu care ocazie se deplasează şi acul indicator al scalei aparatului. Un acord exact pe post nu se poate face însă urmărind poziţia acului indicator, ci este necesar un element suplimentar, care să ne ajute în această operaţie. Prin anii 1936 a apărut aşa-numitul ochi magic, care a echipat multă vreme radio-receptoarele destinate publicului şi care folosea ca indicator optic de acord.

Odată cu apariţia superheterodinelor tranzistorizate ochiul magic nu a mai putut fi folosit datorită faptului că necesita atît tensiune de filament, cît şi tensiune de anodă, tensiuni de care tranzistorul abia scăpase.

Locul acestuia a fost luat în ultimul timp de dioda electroluminiscentă (LED), care, avînd atît un consum de curent, cît şi un volum mic a permis folosirea ei cu destulă eficacitate. În prezent foarte multe radioreceptoare sînt prevăzute cu indicator de acord cu LED-uri de diferite culori, comportarea lor în exploatare dovedind pe lîngă utilitate şi o foarte bună stabilitate în timp.

Aparatele de radiorecepţie care nu au un asemenea dispozitiv pot fi echipate uşor prin adăugarea la schema exis-

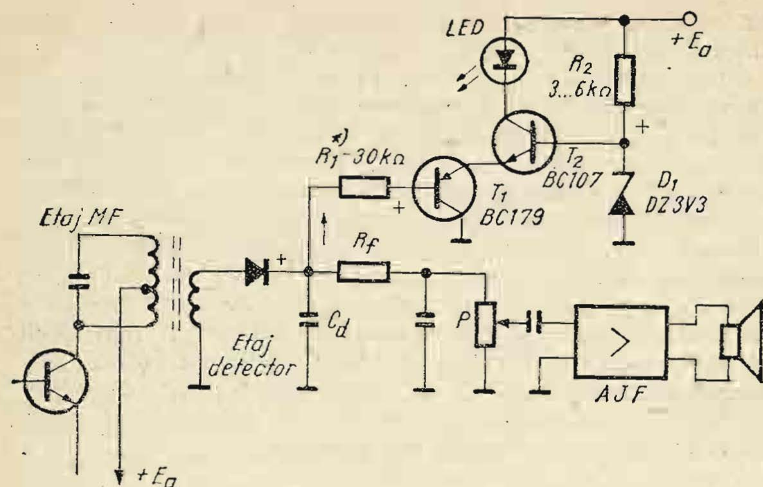


Fig. 48 — Indicator de acord.

tentă a unui mic montaj compus din cîteva piese. În figura 48 este prezentat un asemenea montaj, care se alimentează de la sursa proprie a radioreceptorului pe care dorim să-l modernizăm. De reținut că schema propusă se va aplica numai pentru gamele de frecvență care lucrează cu modulație de amplitudine, adică pentru undele lungi (UL) medii (UM) și scurte (US). Schema poate fi adaptată atît pentru variante de radioreceptoare realizate cu tranzistori *pnp* cît și pentru cele cu *npn*. Schema prezentată este concepută pentru cazul unei superheterodine realizată cu tranzistoare *npn* și deci cu minusul sursei de alimentare, E_a, la masă. În cazul radioreceptorului realizat cu *pnp* elementele semiconductoare din montaj vor fi schimbate corespunzător.

Semnalul de comandă al circuitului în care se află introdusă dioda LED este preluat din etajul de detecție al radioreceptorului.

Cînd se recepționează un post oarecare, semnalul de frecvență intermediară este detectat, componenta de curent continuu care apare în urma acestui proces găsindu-se la bornele capacitorului C_d, iar semnalul modulator, adică joasa frecvență este dirijată prin potențiometrul de volum (P) etajului amplificator de joasă frecvență (AJF). Cînd nu există semnal de recepție, componentele specificate mai

înainte nu există, iar baza tranzistorului T_1 pe care-l vom monta va primi tensiune negativă de polarizare prin intermediul lui P și R_f. În acest mod, T_1 se deschide, ceea ce permite deschiderea și a tranzistorului T_2. Curentul de colector al acestora străbătînd și dioda LED va face ce aceasta să lumineze. La recepția unui post, la bornele lui C_d apare o tensiune continuă cu polaritatea plus către rezistorul R_1. Această tensiune se aplică prin R_1 bazei tranzistorului T_1 blocîndu-l. La rîndul lui se blochează și T_2, iar dioda LED se stinge. Rezultă așadar că în momentul stingerii LED-ului acordul receptorului radio este reglat exact pe frecvența postului recepționat. Pentru reglarea sensibilității circuitului de comandă pe timpul experimentărilor rezistorul R_1, va fi modificat așa fel ca dioda LED să se stingă numai la primirea unui semnal de radiodifuziune și nu datorită zgomotelor parazite.

Dioda Zener D_1 din circuitul de bază al lui T_2 asigură o tensiune constantă de polarizare, deoarece acest tranzistor lucrează ca generator de curent constant. Rezistorul R_2 se va alege în funcție de tensiunea de alimentare E_a a radioreceptorului, așa fel ca prin dioda D_1 să nu circule un curent mai mare de 5 mA.

Tranzistorul T_1 poate fi de tipul BC-177, BC-178, BC-179, BC-478 sau BC-250, iar T_1 de tipul BC-107A, BC-108, BC-170 etc.

Generator de bare

Pentru urmărirea funcționării etajelor video ale unui televizor se folosesc așa-numitele generatoare de miră, care nu sînt altceva decît niște oscilatoare de înaltă frecvență modulate în amplitudine cu frecvențe de o anumită valoare.

Asemenea scheme pot fi întîlnite și în practica electronistilor amatori sub denumirea de generatoare de bare TV, pentru simplul motiv că produc pe ecranul televizorului dungi (bare) verticale și orizontale care, în final, ajută la remedierea diferitelor deranjamente. Pentru cei care doresc să construiască un asemenea generator prezentăm în figura 49 schema unui generator de bare simplu, dar eficient în lucru.

Schema cuprinde un generator de radiofrecvență realizat cu tranzistorul T_5 (BF-200, BF-214, BF-215 etc.) și două

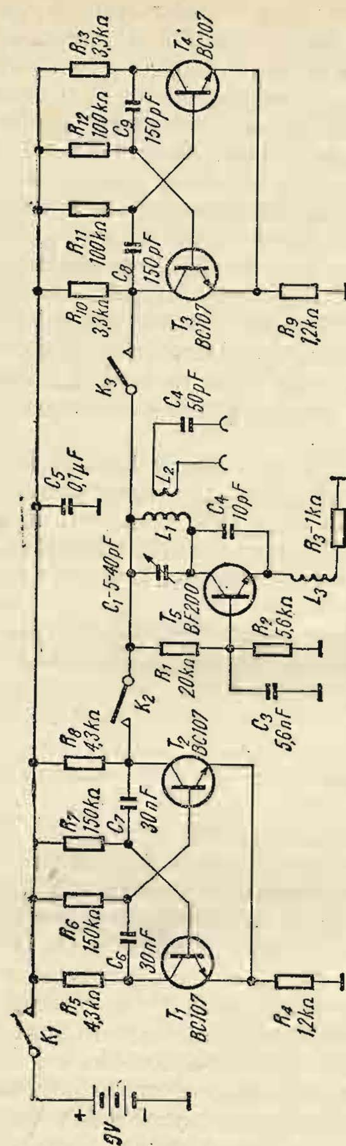


Fig. 49 — Generator de bare.

generatoare tip multivibrator realizate primul cu tranzistoarele T_1—T_2 şi al doilea cu T_3—T_4, toate de tipul BC 107. Generatorul de radiofrecvenţă lucrează în banda 40—75 MHz, (deci nu acoperă benzile II şi III de TV), schimbarea frecvenţei făcîndu-se cu ajutorul capacitorului semivariabil C_1. Oscilatoarele tip multivibrator generează primul (T_1—T_2) o frecvenţă în jur de 250 Hz necesară pentru producerea barelor orizontale, iar cel de-al doilea o frecvenţă în jur de 70 kHz necesară pentru producerea pe ecranul televizorului a dungilor verticale.

Generatorul de radiofrecvenţă primeşte tensiunea de alimentare de la aceste două multivibratoare, procedeu care asigură o modulaţie totală (100%) a semnalului.

Cu ajutorul întrerupătoarelor K_1 şi K_2 se asigură cuplarea pe rînd sau simultană a celor două oscilatoare de modulaţie.

Numărul de bare produs de fiecare din aceste generatoare se poate modifica prin alegerea corespunzătoare a capacitoarelor C_6—C_7 şi C_8—C_9. Semnalul astfel modulat se preia cu ajutorul înfăşurării L_2 cuplată inductiv cu circuitul acordat L_1C_1.

Alimentarea schemei se face cu o tensiune de 9 V obţinută fie de la baterii, fie de la un redresor obişnuit, consumul de curent fiind în jur de 6 mA.

Pentru realizarea inductanţei L_1 se va folosi o carcasă din material plastic avînd diametrul de 16—18 mm şi pe care vom bobina spiră lîngă spiră un număr de 6 spire, folosindu-se în acest scop sîrmă de CuEm, cu diametrul de minim 0,65 mm. Inductanţa L_2 se bobinează lîngă L_1 la o distanţă de minim 2 mm. Aceasta va cuprinde un număr de 2 spire folosind sîrmă de CuEm cu diametrul de 0,5 mm.

Inductanţa L_3 montată în circuitul de emitor al tranzistorului T_5 se va realiza pe corpul unui rezistor de 200 kΩ/1 W şi va cuprinde un număr de 150 spire realizate cu sîrmă de 0,1 mm.

Montajul se va realiza cît mai îngrijit şi va fi protejat de o cutie ecranată. Pentru utilizarea montajului semnalul modulat se va cupla la antena televizorului supus verificării, cu ajutorul unui cablu ecranat, care va prelua semnalul de la înfăşurarea L_2. Rotind capacitorul C_1 se va regla frecvenţa de lucru pe unul din canalele televizorului, de pe banda I TV.

Capitolul VI

ELECTRONICA AUTO

Controlul semnalizării frînelor

Este știut că la acționarea frînei de picior a unui autovehicul este obligatoriu ca două becuri situate pe aripile din spate să se aprindă pentru a atrage astfel atenția celui din urmă de respectiva manevră.

Neaprinderea acestor becuri sau aprinderea numai a unuia singur, provoacă derute care se pot solda cu coliziuni mai mult sau mai puțin grave.

La majoritatea autovehiculelor care se fabrică în prezent, faptul că unul din aceste „becuri de frînă" (sau chiar ambele) se defectează nu este semnalat la bord, conducătorul autovehiculului respectiv neavînd de unde să ia la cunoștință de acest lucru, mai ales că defecțiunea poate să apară pe parcursul deplasării. La autoturismele cu „multă electronică" la bord problema este rezolvată prin folosirea unei scheme extrem de simple și care semnalizează vizual sau acustic sau vizual și acustic că becurile de frînă nu funcționează. Pentru modernizarea autovehiculului nostru, în cele ce urmează propunem două scheme de semnalizare a defecțiunii becurilor de frînă, scheme ușor de realizat, cu mare fiabilitate și lesne de montat la bordul autovehiculului. Ambele scheme folosesc același principiu de „preluare" a defecțiunii însă prima schemă semnalizează într-un mod, iar a doua în alt mod, urmînd ca realizatorul să opteze pentru varianta care îl avantajează.

Prima schemă este dată în figura 50,a. Ceea ce caracterizează această schemă, este faptul că atunci cînd se apasă pe pedala de frînă și becurile de frînă sînt bune, becul de control L_1 montat la bord se va aprinde și el, indicînd în felul acesta buna funcționare; în schimb dacă unul sau ambele becuri de frînă sînt defecte, la acționarea frînei, becul L_1 nu se va aprinde indicînd defectul. Este un sistem de indicare direct (activ), deoarece becul de control indică „direct" starea becurilor de frînă. Pentru realizarea

ei schema necesită doar patru componente: R_1—R_2—L_1 și T_1 celelalte elemente figurate în schemă aparținînd autovehiculului. Tranzistorul T_1 este cu germaniu, tip AC180 (AC178; AC142; AC128 etc.) și lucrează ca un simplu releu electronic, avînd ca sarcină în colector un beculeț obișnuit L_1 de 12 V/0,1 A.

Singura intervenție care trebuie s-o practicăm în instalația electrică a autoturismului este conectarea în serie cu conductorul ce alimentează becurile de frînă, a unui rezistor R_1. Schema funcționează în felul următor: în poziție de repaus cînd frîna nu este apăsată, schema nu este alimentată și ca atare becul L_1 stă stins.

În momentul apăsării frînei, un contact K_1 (aflat de regulă într-o extremitate a cilindrului de frînă) este acționat cuplînd în felul acesta cele două becuri L_2—L_3 la tensiunea de +12 V. Curentul ce alimentează becurile L_2—L_3, trecînd și prin R_1 provoacă la bornele acestuia o cădere de tensiune U_c care prin R_2 se aplică bazei lui T_1.

Dacă U_c are valoarea necesară deschiderii tranzistorului T_1 atunci prin acesta va trece un curent de colector și becul L_1 se va aprinde; dacă tensiunea U_c este mai mică decît valoarea necesară deschiderii tranzistorului, atunci becul L_1 nu se va aprinde. Din schemă, se observă că tensiunea ce apare la bornele lui R_1 face ca tensiunea aplicată becurilor L_2 și L_3 să nu mai fie de 12 V, ci mai mică cu valoarea U_c.

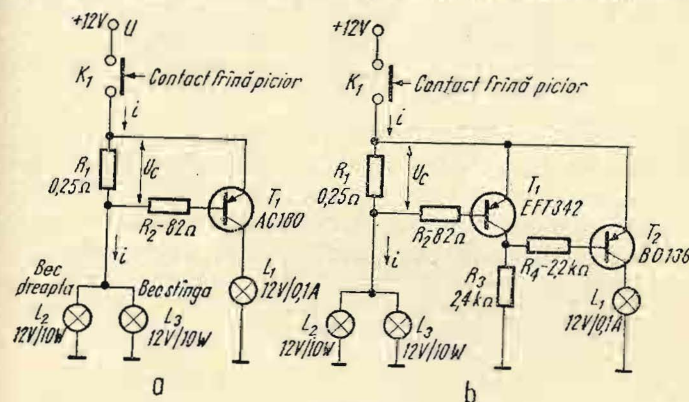


Fig. 50 — Controlul semnalizării frînelor.

În scopul de a nu micșora prea mult această tensiune este necesar ca U_c să fie cît mai mic, motiv pentru care se impune ca T_1 să fie un tranzistor cu germaniu. (Se știe că la tranzistoarele cu germaniu tensiunea de deschidere este cuprinsă între 0,28 V — 0,5 V).

Deci, pentru a asigura deschiderea lui T_1 va trebui să determinăm valoarea lui R_1 pentru situația normală, cînd L_2 și L_3 sînt în stare de funcționare.

Pentru autoturisme cu tensiunea la bord de $U = 12,6$ V, becurile L_2 și L_3 au o putere consumată de 10 W fiecare Cum aceste becuri sînt montate în paralel, rezultă că circuitul va consuma o putere $P = 20$ W, iar curentul i ce va străbate conductorul va avea valoarea:

$$i = \frac{P}{U} = \frac{20\ \text{W}}{12,6\ \text{V}} \simeq 1,6\ \text{A}.$$

Ținînd seama că urmărim ca pe R_1 să avem o cădere de tensiune de 0,38 V (pentru a avea asigurată deschiderea tranzistorului), aplicînd legea lui Ohm găsim valoarea rezistorului R_1 astfel:

$$R_1 = \frac{U_c}{i} = \frac{0,38\ \text{V}}{1,6\ \text{A}} \simeq 0,24\ \Omega.$$

Practic se poate alege o valoare de 0,25 Ω obținută fie cu un singur rezistor cu această valoare, fie cu patru rezistoare de 1 Ω legate în paralel.

Puterea disipată pe R_1 este dată de relația:

$$P_{R1} = UI = 0,38\ \text{V} \times 1,6\ \text{A} \approx 0,6\ \text{W}.$$

Practic vom alege pe R_1 de 1 W, fiind o valoare uzuală.

În situația întreruperii ambelor becuri, T_1 nu are asigurată polarizarea și L_1 nu se aprinde, indicînd deranjamentul. Cînd numai un singur bec este întrerupt, curentul din circuit va fi pe jumătate, față de situația normală, adică:

$$i' = \frac{i}{2} = \frac{1,6\ \text{A}}{2} = 0,8\ \text{A},$$

iar căderea de tensiune pe R_1 va fi de

$$U_c' = \frac{i}{2} \times R_1 = 0,8 \times 0,24 = 0,192\ \text{V}.$$

Cu această tensiune de 0,192 V, aplicată pe bază, T_1 nu se deschide și becul L_1 rămîne, de asemenea, stins, indicînd și de această dată defecțiunea. Pentru cazurile cînd tensiunea de bord este 6 V, sau 24 V, sau cînd becurile L_2 și L_3 au alt consum, calculele se vor conduce după aceleași reguli ca mai înainte. Constructiv, întreg montajul va fi realizat într-o mică cutie metalică fixată sub bordul autoturismului. Cînd montajele de „electronizare" a autoturismului sînt mai multe, atunci și acestei scheme i se va rezerva un loc pe placa de montaj comună.

Cea de-a doua schemă de control a funcționării becurilor de frînă este dată în figura 50,*b*. Caracteristic acestei scheme este faptul că becul de indicarea avariei, nu se aprinde cînd totul este normal — așa cum a fost în cazul primei scheme —, ci se aprinde numai în cazul avariei, în restul timpului stînd stins.

Preluarea tensiunii U_c precum și funcționarea lui T_1 are loc ca și pentru cazul primei scheme.

Tranzistorul T_2 ca și T_1 primește tensiunea de alimentare tot la acționarea contactului K_1. În poziția de repaus, L_1 stă neaprins, datorită lipsei de tensiune din circuit. Cînd K_1 este acționat, iar becurile L_2—L_3 sînt bune, la bornele lui R_1 apare tensiunea de 0,38 V și T_1 se deschide, prin R_3 trecînd curentul de colector de circa 5 mA. Tensiunea între colectorul lui T_1 și emitorul său, U_{CE}, este în această situație de circa 0,3 V. Această tensiune, prin R_4, este condusă la baza lui T_2, care fiind un tranzistor cu siliciu (BD-136) nu se va deschide, deoarece necesită pentru aceasta o tensiune de bază de circa 0,7 V.

Dacă unul din becurile L_2—L_3 este ars, atunci curentul din circuit este $i/2$, iar tensiunea la bornele lui R_1 este $U_c' = 0,192$ V. Cum această tensiune nu reușește să-l deschidă pe T_1, acesta se prezintă ca o rezistență foarte mare, ceea ce permite ca prin R_3—R_4 să fie aplicată bazei lui T_2 o tensiune de deschidere.

Cum în acest timp T_2 primește și tensiunea de +12 V prin K_1, prin el va circula curentul de colector care va face ca L_1 să se aprindă. În acest mod — deci prin aprinderea becului L_1 — defecțiunea apărută este semnalizată chiar pe timpul deplasării autovehiculului.

Tranzistorul T_1 va fi un *pnp* cu germaniu din tipurile: EFT-342, EFT-343, AC-126, EFT-323 etc., iar T_2 din seria BD (BD-136; BD-138 sau BD-140).

Pe timpul verificării montajului, R_4 va fi modificată, în sensul ca prin T_2 să nu circule un curent mai mare de 150 mA. Becul L_1 poate fi înlocuit şi cu un LED, în care caz în serie cu acesta va fi introdus şi un rezistor de circa 500 Ω, încît curentul de colector a lui T_2 să nu depăşească 20 mA.

Stetoscop auto

Prin folosirea unui mic amplificator prevăzut cu un microfon şi cască se poate „asculta" mersul unui motor de automobil, tot aşa cum medicul ascultă cu ajutorul stetoscopului zgomotele respiraţiei sau bătăile inimii.

Mulţi mecanici auto experimentaţi pot pune diagnosticul asupra stării unui motor, ascultînd cu atenţie zgomotele interne ale acestuia, fie cînd se află la ralanti fie accelerat.

Astfel, zgomotele produse de mecanismul bielă-manivelă, de culbutori, de lanţ etc. pot fi uşor şi repede depistate, ceea ce ajută la remedieri rapide, prin demontări parţiale şi nu totale ale motorului.

Dacă aceste zgomote sînt captate din diferite părţi ale motorului în mers şi ascultate după o prealabilă amplificare, tehnica detectării defecţiunilor poate fi însuşită şi practicată de orice mecanic amator sau profesionist, cu ajutorul stetoscopului auto prezentat în figura 51. Cele două tranzistoare *npn* sînt montate în regim de amplificatoare şi sînt alimentate de la o baterie de 4,5 V. Nu este recomandată alimentarea de la acumulatorul autovehiculului, deoarece pot apărea zgomote datorate sistemului de aprindere. Drept microfon se va folosi fie un model cu cristal, fie unul electrodinamic prevăzut cu transformatorul respectiv, fie o cască telefonică. Preluarea zgomotelor motorului de către microfon se va face prin intermediul unei tije fixate în capul microfonului prin intermediul unui mic cilindru. Lungimea

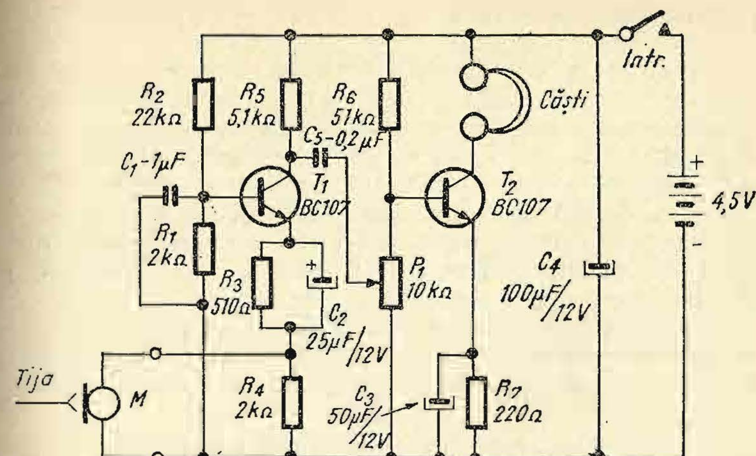


Fig. 51—Stetoscop auto.

tijei, care va fi confecţionată din bară de fier, alamă, aluminiu etc. cu diametrul de 3... 4 mm, va fi de circa 250 mm Rezultate bune se obţin şi cu bare din material plastic sau lemn; de multe ori materialul din care este confecţionată tija pune în evidenţă mai bine anumite zgomote, motiv pentru care este recomandată realizarea unui asemenea set şi ascultarea succesivă prin schimbarea lor.

Ascultarea semnalului amplificat se va face într-o pereche de căşti audio sau într-un sistem format din două difuzoare miniatură cu impedanţă mare (150...200 Ω), conectate în serie şi fixate la ureche, asemănător căştilor.

Reglarea volumului audiţiei se face prin intermediul potenţiometrului P_1 scos pe panoul dispozitivului. Consumul de curent nu depăşeşte 5 mA, motiv pentru care o baterie de tipul 3R12 poate fi folosită mai mult de 6 luni.

Montajul poate fi realizat într-o cutie din material plastic sau metal, avînd forma determinată de dimensiunile microfonului folosit. În timpul lucrului, tija care transmite vibraţiile mecanice ale motorului la microfon, va fi aplicată cu capătul liber cît mai perpendicular pe carcasa motorului, fiind mutată de la un loc la altul. După cîteva încercări se va cîştiga experienţa de rigoare, stetoscopul devenind în curînd un dispozitiv de neînlocuit.

Alimentator 6 V/12 V

La autoturismele care au tensiunea acumulatorului de bord de 6 V (de exemplu, Trabant), alimentarea radiocasetofoanelor auto sau a altor aparate auto, care se construiesc de regulă pentru 12 V, nu se poate face decît prin intermediul unui alimentator capabil să transforme tensiunea primară c.c. de 6 V într-o tensiune continuă de 12 V.

Condițiile care se pun unui astfel de alimentator sînt legate de randamentul pe care trebuie să-l aibă, precum și de nivelul de zgomot ce însoțește ieșirea de 12 V.

Pînă la apariția tranzistoarelor, asemenea alimentatoare se realizau cu convertoare rotative sau cu vibratoare mecanice, care aveau un randament scăzut și nu aveau siguranță în funcționare.

În prezent, alimentatoarele de tipul 6/12 V sau în alte rapoarte de conversie, sînt realizate numai cu tranzistoare. Mecanismul lor de funcționare constă în transformarea tensiunii continue — prin intermediul unui oscilator — într-o tensiune alternativă, ridicarea acestor tensiuni alternative — prin intermediul unui transformator — la valoarea de tensiune necesară și, în final, transformarea acesteia, prin redresare și filtrare, în tensiunea continuă necesară.

Într-un astfel de mecanism, tranzistoarele intervin în schema oscilatorului, schemă ce are rolul de a întrerupe circuitul sursei primare cu o frecvență f dată de elementele constructive ale dispozitivului.

În figura 52 prezentăm schema unui astfel de alimentator, schemă devenită clasică și care, în afară de faptul că prezintă un randament ridicat (85 %), are o mare stabilitate în funcționare, chiar dacă tensiunea acumulatorului scade la 5 V.

Schema funcționează în felul următor: la cuplarea tensiunii de acumulator de 6 V prin acționarea întrerupătorului *Intr. 1*, un curent pleacă de la borna +6 V și prin *Intr. 1* (fig. 52), ajunge în punctul „*a*" al primarului transformatorului Tr_1. De aici o parte a curentului merge prin înfășurarea 1 la colectorul tranzistorului T_1 iar apoi prin emitor la borna —6 V. Tot din punctul „*a*", un alt curent parcurge cealaltă înfășurare *I*, pătrunde în colectorul tranzistorului T_2 și din emitor, la borna —6 V. Alți doi curenți care por-

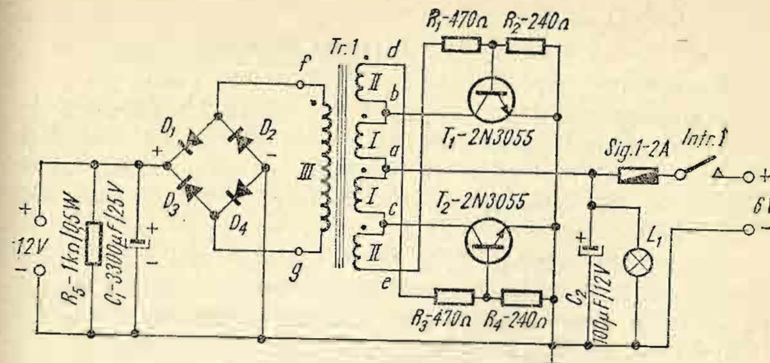


Fig. 52 — Alimentator 6V/12V.

nesc tot din punctul „*a*" străbat înfășurările *I* și *II* și ajung prin R_1 și R_3 la bazele tranzistoarelor, asigurînd în felul acesta tensiunea de polarizare.

Datorită cuplajului între colectorul lui T_1 cu baza lui T_2 prin intermediul înfășurării *II* și R_3 precum și a colectorului lui T_2 cu baza lui T_1, prin cealaltă înfășurare *II* și R_1, montajul începe să oscileze, intrînd în conducție cînd T_1 cînd T_2.

În felul acesta, curentul de colector al tranzistoarelor va trece cînd prin înfășurarea *I*, străbătînd porțiunea *a—b*, cînd prin cealaltă înfășurare *I*, străbătînd porțiunea *a—c*. Se observă că cei doi curenți de colector străbat bobinajul primar unul într-un sens iar celălalt în sens opus. În acest fel, în înfășurarea secundară *III* ia naștere, prin inducție, o tensiune alternativă, care, în cazul schemei de față, are o valoare cuprinsă între 13 și 14 V.

Această tensiune este cuplată prin bornele *f—g* la puntea $D_1 ... D_4$ unde are loc procesul de redresare, obținînd în cealaltă diagonală a punții tensiune continuă de 12 V. Cu ajutorul capacitorului C_1 se realizează filtrarea necesară, iar rezistorul R_5 asigură atît descărcarea lui C_1 cît și un curent de repaus prin punte.

Tranzistoarele folosite vor fi de tipul 2N3055 și vor fi montate pe radiatori din aluminiu, realizați sub forma unor piese în U cu o suprafață de răcire de minim 60 cm² fiecare.

Diodele D_1—D_4 vor fi de tipul 1 N 4001...1 N 4004, sau se poate folosi o punte IPRS, tip 1PM05.

Rezistoarele R_1—R_4 vor fi de minimum 1 W.

Transformatorul *Tr. 1* poate fi realizat pe un miez de ferită sau pe un pachet de tole. În cazul folosirii miezului de ferită (care este chiar recomandat) se va lucra cu două secțiuni E-55, folosindu-se miezuri de tip F.F.U.-Urziceni, cod EE-55.

Pe carcasa acestui miez se va bobina mai întîi, spiră lîngă spiră, înfășurarea secundară III, care va avea un număr de 62 spire. Se va folosi sîrmă de cupru emailat cu diametrul de 0,8 mm.

După ce se va așterne un strat de hîrtie izolatoare, se va continua cu bobinarea înfășurărilor I. Folosind sîrmă de cupru emailat cu diametrul de 1 mm se va bobina porțiunea *c—a*, care cuprinde 24 spire, după care scoțîndu-se mediana *a* se continuă, în același sens, cu încă 24 spire, pentru porțiunea *a—b*. Se așterne un nou strat de hîrtie izolatoare, după care se va bobina în același sens ca și pentru înfășurările I, cele două înfășurări II. Pentru fiecare din ele se vor bobina cîte 9 spire, folosindu-se sîrmă de cupru emailat cu diametrul în jur de 0,5 mm. Capetele acestor înfășurări se vor înseria, după cum se arată în schema de principiu.

În cazul folosirii unui pachet de tole se va alege tola E-20 și o grosime a pachetului de 22 mm. Numărul de spire în acest caz va fi pentru înfășurarea III egal cu 45 spire, pentru o înfășurare II de 8 spire, iar pentru o înfășurare I de 20 spire. Se va folosi același tip de sîrmă ca și în cazul miezului de ferită.

Montajul va trebui să fie protejat de o cutie metalică, acordîndu-se o atenție deosebită fixării pieselor, deoarece construcția este supusă la numeroase șocuri și vibrații mecanice.

Pentru controlul conectării montajului, la sursa de 6 V se va monta un bec L_1 de 12 V/0,2 A. Se recomandă becul de 12 V pentru a nu avea o lumină prea puternică și pentru a nu încărca acumulatorul cu un consum în plus.

Controlul lichidului din radiator

Pierderea lichidului de răcire a motorului autovehiculului, mai ales pe timpul deplasării, poate fi sesizat rapid conductorului, prin folosirea unei scheme simple realizată așa după cum se arată în figura 53. Schema cuprinde două tranzistoare în montaj de trigher Schmitt, semnalizarea defecțiunii fiind făcută prin aprinderea unui bec.

Schema trece în poziția de semnalizare cînd nivelul apei în radiatorul autovehiculului scade sub nivelul normal.

Elementul sesizor al schemei este o sondă metalică, astfel încît să intre în contact cu lichidul de răcire. Constructiv această sondă va fi fixată în partea de sus a radiatorului prin intermediul unui disc izolator, așa fel ca ea să nu intre în contact decît cu lichidul din interior. Sonda propriu-zisă reprezintă un fir de sîrmă de cupru neizolată, avînd diametrul de minimum 1 mm și tăiată la o lungime de maximum 30 mm. Schema funcționează în felul următor: la cuplarea schemei la tensiunea de bord de 12 V, tranzistorul T_1 primește tensiunea de polarizare de la: —12 V (corpul radiatorului), lichidul de răcire, sondă, rezistorul R_1, baza lui T_1. Prin R_2 circuitul de polarizare este închis la +12 V.

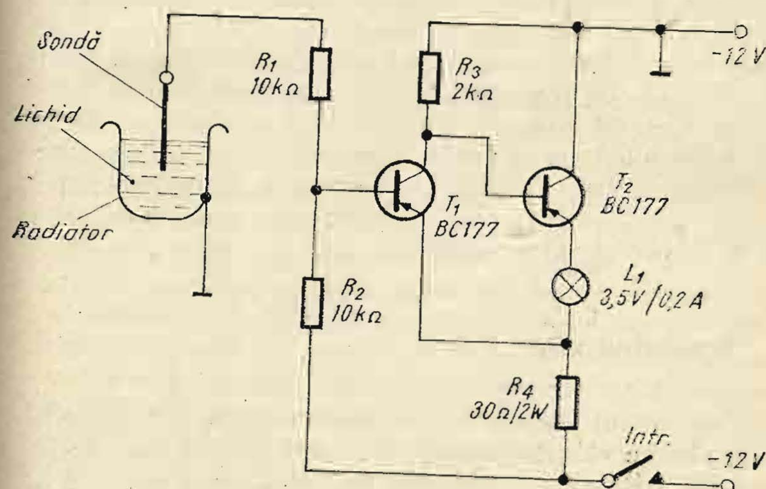


Fig. 53 — Controlul lichidului din radiator.

Cum tensiunea de polarizare este suficient de mare, tranzistorul T_1 se deschide, curentul de colector fiind de 5 mA. Tranzistorul T_2 care primește polarizarea din colectorul lui T_1 va fi blocat deoarece tensiunea la colectorul lui T_1 deblocat este foarte mică.

Becul L_1 aflat în circuitul tranzistorului T_2 în tot acest timp va sta stins.

Cînd nivelul lichidului din radiator coboară sub nivelul sondei, tensiunea de polarizare aplicată bazei lui T_1 dispare, tranzistorul respectiv blocîndu-se. De data aceasta T_2 primește prin R_3, conectat la —12 V, tensiunea de polarizare necesară, permițînd becului L_1 să se aprindă, semnalizînd în acest mod pierderea lichidului.

Din tot acest montaj elementul mai dificil este sonda, care așa după cum s-a arătat, trebuie să fie izolată față de restul părților metalice. Putem totuși rezolva problema folosind partea metalică a unui bec de 220 V sau de lanternă defect. După ce s-a îndepărtat balonul de sticlă și substanța de fixare, cilindrul metalic cu filet se scurtează așa fel ca să rămînă utilă partea de sus unde se află izolatorul de trecere, din sticlă.

Piesa astfel pregătită va fi echipată în continuare cu firul de cupru ce reprezintă sonda. În acest scop prin partea centrală a discului izolator de sticlă se trece firul sondei, după care se consolidează prin cositorire. Acest mic ansamblu se va fixa tot prin cositorire în partea de sus a radiatorului. În acest scop, cu ajutorul unui burghiu se practică în tablă un orificiu, avînd diametrul în funcție de discul pe care este fixată sonda. Cu ajutorul unui fir izolat sonda va fi conectată în montajul electronic, montaj care va fi fixat la bordul autovehiculului.

Turometrul auto

Turometrul (tahometrul, tachometrul) este un dispozitiv mecanic sau electric destinat a măsura turația axului unui mecanism oarecare, indicatorul său evidențiind numărul de turații/minut (t/m).

El este folosit atît pentru măsurarea turației motoarelor electrice, turației axelor, roților la diferite organe ale mașinilor unelte, precum și în tehnica auto pentru măsurarea turației arborelui motorului.

Pentru acest din urmă caz, în practica curentă se folosesc exclusiv turometrele electronice, realizate după diverse variante, dar care toate redau în t/m rotirea arborelui motor.

Pentru posesorii de automobil, cît și pentru atelierele destinate reparațiilor auto, utilitatea unui turometru este însă mult mai mare decît s-ar părea la prima vedere.

Trei sînt operațiile cele mai importante care pot evidenția utilitatea acestui dispozitiv atunci cînd este vorba de testarea unui motor de automobil cu aprindere prin scînteie.

Prima operație se referă la reglarea cu exactitate a turației de mers încet (ralanti) a motorului respectiv.

A doua operație se referă la verificarea stării de etanșare și bună funcționare a cilindrilor motorului.

A treia operație se referă la posibilitatea verificării stării tehnice a regulatorului de avans-centrifugal și vacuumatic la aprindere. Iată pe scurt despre ce este vorba:

1. Reglarea turației arborelui motor la ralanti, la parametrii indicați pentru motorul respectiv, este de mare importanță atît în ceea ce privește uzura prematură a motorului, cît și creșterea consumului de carburant.

Astfel, pentru un motor cu o cilindree cuprinsă între 1... 1,5 l, depășirea turației normale de ralanti, de 800 t/m, duce la creșterea rapidă a consumului de carburant, măsurătorile efectuate indicînd, de exemplu la 1 200 t/m un consum cu 50% mai mare. În același timp o turație sub cea normală solicită mecanismul bielă-manivelă, nu asigură o bună lubrifiere, produce trepidații, toate acestea producînd uzură prematură. Iată de ce, reglarea cu ajutorul turometrului a turației normale de mers la ralanti reprezintă atît pentru motor, cît și pentru posesorul auto numai avantaje. În plus, instalarea la bord a indicatorului de turație, așa cum au unele autovehicule chiar din fabricație, asigură o urmărire permanentă a acestei valori, permițînd în același timp înlăturarea operativă a defecțiunilor specifice.

2. Referitor la diagnosticarea stării de etanșare a cilindrilor, utilizînd serviciile turometrului electronic s-a constatat că datorită funcționării în afara parametrilor normali a unui cilindru sau altul, turația motorului scade. Plecînd de la faptul că puterea motorului cu explozie este suma aportului fiecărui cilindru, se poate deduce că apariția neetanșărilor datorate scurgerii de gaze pe la supape, pe la garnituri, segmenți etc., sau nefuncționarea unei bujii, poate fi ușor observată prin scăderea turației. Folosind deci un turometru electronic vom putea stabili cu ușurință dacă motorul testat este defect sau nu. Iată cum se procedează: cu turometrul cuplat și cu motorul adus la o turație în jur de 1 800 t/m, prin reglarea șurubului de deplasare a obturatorului, se notează valoarea turației indicată de aparat (N_0).

Se scoate apoi din funcțiune cilindrul nr. 1, prin îndepărtarea fișei de alimentare a bujiei. Vom constata că turația scade, turometrul indicînd N_1 unde $N_1 < N_0$.

În continuare, se repune în funcțiune cilindrul nr. 1 și se scoate din funcțiune cilindrul nr. 2, citindu-se și de data aceasta valoarea turației N_2 arătată de aparat. Vom constata iarăși că turația scade, avînd $N_2 < N_0$. Mai departe se efectuează aceleași măsurători și pentru cilindrii nr. 3 și nr. 4. Între valorile găsite, $N_1 ... N_4$, dacă motorul este în stare bună, trebuie să existe relația $N_1 = N_2 = N_3 = N_4 < N_0$. Dacă scăderea turației nu se menține aceeași de la un cilindru la altul, înseamnă că cilindrul care provoacă scăderea mai mare nu funcționează normal. Practica arată că dacă diferența scăderii turației între doi cilindri este mai mare de 10%, atunci cilindrul cu cea mai mare scădere a turației trebuie supus verificării, deoarece folosirea în continuare a motorului în această stare poate produce defecțiuni mai costisitoare.

3. Cea de-a treia operație de diagnosticare în care turometrul este de asemenea de evidentă utilitate, constă în verificarea bunei funcționări a regulatoarelor de avans. Se știe că la motoarele cu ardere internă, pentru o bună funcționare sistemul de aprindere este echipat cu un avans centrifugal și cu unul vacuumatic, regulatoare care funcționează simultan

și care intră în funcțiune treptat, pe măsură ce turația crește, precum și la creșterea depresiunii în carburator. Pentru a verifica buna lor funcționare este nevoie, pe lîngă un stroboscop, și de turometru.

Astfel pentru a verifica funcționarea regulatorului centrifugal se anihilează funcționarea celui vacuumatic prin demontarea tubului ce vine de la carburator. Se montează turometrul și crescînd treptat turația din 150 în 150 t/m se urmărește cu ajutorul unui stroboscop dacă avansul crește aproape proporțional. Același lucru se face și pentru avansul vacuumatic, de data aceasta blocîndu-se cel centrifugal prin blocarea deplasării contragreutăților.

Considerînd că aceste elemente pledează suficient pentru realizarea și utilizarea turometrului, în cele ce urmează propunem spre construcție o schemă cu funcționare stabilă, ușor de mînuit și puțin costisitoare (fig. 54).

Principiul de funcționare al acestei scheme se bazează pe numărarea scînteilor produse de contactele ruptorului din mecanismul de aprindere.

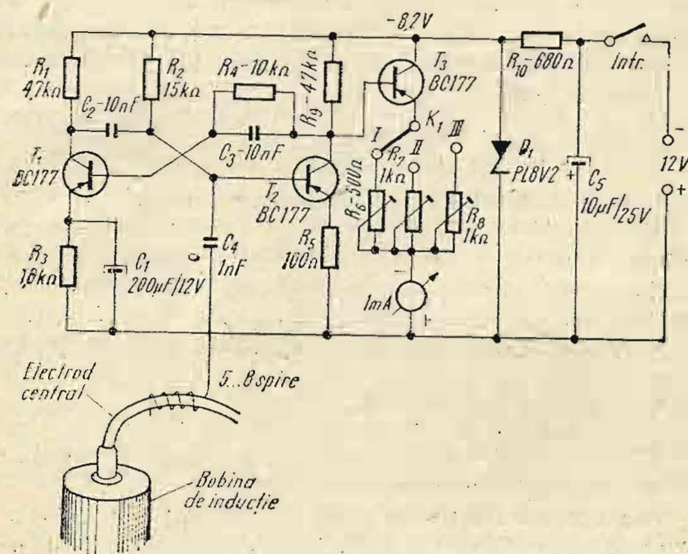


Fig. 54 — Turometrul electronic.

În schema dată, fiecare dintre aceste scîntei produce cîte un impuls electric de curent, impuls care pentru fiecare scînteie are aceeași durată t_i și aceeași înălțime (tensiune). Durata dintre impulsuri are valoarea t_p, durată ce nu este constantă, ci depinde de repeziciunea cu care scînteile se succed, adică depinde de turația motorului.

În continuare, aceste impulsuri de curent sînt trecute printr-un miliampermetru de curent continuu.

Acul indicator al acestui aparat, datorită inerției, nu poate urmări însă valoarea maximă a fiecărui impuls în parte, ci va căpăta o deviație proporțională cu raportul dintre mărimea duratei constante t_i și durata variabilă a intervalului dintre impulsuri t_p adică

$$\Delta i = \frac{t_i}{t_p},$$

Cum prin definiție frecvența este egală cu inversul timpului $\left(f = \frac{1}{t}\right)$ relația de mai înainte se poate scrie:

$$\Delta i = t_i \cdot f_i$$

unde f_i este frecvența cu care se succed aceste impulsuri.

Cum t_i = constant, rezultă că deviația acului indicator al aparatului de măsură este direct proporțională cu frecvența de apariția a acestor impulsuri, respectiv cu numărul de scîntei în unitatea de timp.

Între turația arborelui motor și celelalte elemente funcționale ale motorului există următoarea relație:

$$n = \frac{30}{C} N \cdot M \cdot B,$$

unde:

n — turația arborelui motor exprimată în rotații pe minut (t/m)
C — numărul cilindrilor motorului
N — numărul de scîntei pe secundă
M — numărul timpilor motori (2 timpi; 4 timpi)
B — numărul bobinelor de inducție

Din această relație se poate deduce că:

$$N = n \left(\frac{C}{30\ MB}\right),$$

ceea ce arată că numărul de scîntei este proporțional cu turația arborelui motor.

De aici se poate trage concluzia că deviația acului indicator al aparatului de măsură se poate etalona direct în rotații/minut.

Schema primește impulsurile de comandă prin cuplaj capacitiv de la fișa centrală a delco-ului. Cele două tranzistoare ale schemei formează un circuit basculant monostabil. În poziție de repaus, cînd motorul cu explozie nu funcționează și deci la baza tranzistorului T_2 nu se primesc impulsuri, acesta este deschis și tensiunea la colectorul său este sub 0,3 V.

În aceste condiții tranzistorul T_3 este blocat, deoarece el primind tensiunea de polarizare de la T_2 nu are asigurată tensiunea necesară de deschidere, iar prin aparatul de măsură *mA* nu va circula nici un curent. În momentul cînd prin cuplajul capacitiv și prin C_4 sosește un impuls pozitiv datorat scînteii, atunci tranzistorul T_2 se blochează, tensiunea pe colector crește și tranzistorul T_3 primește tensiunea de polarizare necesară deschiderii sale. În acest moment apare un curent de colector care va face ca acul aparatului de măsură să înceapă să devieze. În același timp cu blocarea lui T_2 are loc deblocarea tranzistorului T_1. După dispariția impulsului datorat bujiei, T_2 mai continuă să fie blocat un timp datorat elementelor R_4C_3. La următorul impuls lucrurile se repetă prin aparatul de măsură, trecînd un curent cu atît mai mare cu cît numărul de scîntei este mai mare. Pentru ca schema să poată măsura turații pînă la valori mari în circuitul aparatului de măsură s-a înseriat un comutator K_1 cu trei poziții și care permite măsurări pentru poziția *I* pînă la 5 000 t/m, pe poziția *II* pînă la 8 000 t/m, iar pe poziția *III* pînă la 10 000 t/m. Rezistoarele R_6, R_7 și R_8 sînt potențiometre semireglabile, în care R_6 este de 500 Ω, iar R_7 și R_8 de 1 000 Ω fiecare. Aceste potențiometre se vor regla în timpul etalonării scalei. Orientativ, pentru prima poziție va fi necesar ca R_6 să fie reglat pentru o valoare de circa 200 Ω; R_7 pentru o valoare de circa 500 Ω, iar R_8 pentru 800 Ω.

Cuplajul bazei lui T_2 cu fișa centrală a bobinei de inducție sau a delco-ului se va face cu ajutorul a 5—8 spire înfășurate pe acesta, folosindu-se în acest scop conductor de cupru lițat și izolt în cămașă de plastic.

Pentru ca aceste spire să nu se deplaseze pe timpul măsurătorii, ele pot fi consolidate cu bandă izolatoare. Alimentarea montajului se va face de la bateria de 12 V a automobilului.

Deoarece variația tensiunii de alimentare influențează indicațiile aparatului de măsură, tensiunea respectivă este stabilizată prin folosirea diodei Zener D_1, de tipul PL8V2Z. Aparatul de măsură va fi un miliampermetru cu sensibilitate de 1 mA. Pentru etalonarea turometrului, respectiv pentru notarea pe scala miliampermetrului a valorilor reprezentînd rotații pe minut în funcție de deplasarea acului, cel mai indicat este să se folosească un generator de unde dreptunghiulare sau un generator sinusoidal de joasă frecvență, care să asigure o tensiune de atac de aproximativ 2 V.

Între frecvența debitată de generator și valoarea reprezentînd t/m se va folosi relația:

$$f = \frac{nC}{30\,MB}.$$

Dacă se consideră un motor cu 4 cilindri, în 4 timpi și cu o singură bobină de inducție, relația devine:

$$f = \frac{n}{30} \text{ (unde } f \text{ reprezintă herți)}$$

Folosind această relație se poate întocmi tabelul 14 care dă corespondența între frecvența generatorului cu care se face etalonarea și valoarea turației exprimată în t/m.

În ceea ce privește punctul de masă al schemei și al șasiului automobilului, va trebui să se acorde toată atenția spre a nu se produce scurtcircuitări dăunătoare. În acest scop, nu se va pune la masa cutiei în care se introduce montajul, nici una din polarități.

În cazul în care montăm turometrul ca indicator permanent la bordul autovehicolului, atunci — în afară de

Tabelul 14

Pentru motor în 4 timpi cu 4 cilindri			
Frecvența generatorului [Hz]	Numărul de rotații pe minut [t/m]	Frecvența generatorului [Hz]	Numărul de rotații pe minut [t/m]
5	150	130	3 900
10	300	133,3	4 000
15	450	140	4 200
16,6	500	150	4 500
20	600	166,6	5 000
25	750	180	5 400
30	900	190	5 700
33,3	1 000	200	6 000
40	1 200	220	6 600
50	1 500	233,3	7 000
60	1 800	250	7 500
66,6	2 000	266,6	8 000
70	2 100	270	8 100
80	2 400	280	8 400
83,3	2 500	290	8 700
90	2 700	300	9 000
100	3 000	310	9 300
110	3 300	320	9 600
120	3 600	333,3	10 000

turația la ralanti — este util să-l folosim și pentru o încadrare cît mai corectă a vitezei de deplasare funcție de turația arborelui cotit al motorului. În acest sens, redăm un tabel util (publicat de revista Autoturism/1984) și în care apare corespondența normală ce trebue să existe între viteza de deplasare și turație, pentru un autoturism de tip Dacia-1300 (tabelul 15).

Alimentator 6 ... 9 V

Alimentarea de la tensiunea de bord de 12 V a autoturismului, a unor aparate ca radioreceptoare, casetofoane, etc. — care în general necesită tensiuni cuprinse între 6 ... 9 V — poate fi rezolvată apelînd la schema prezentată în figura 55,

Tabelul 15

Turația arbore [t/m]	Viteza de deplasare [km/oră]			
	I	II	III	IV
2 000	15,2	24,2	36,2	53,1
2 200	16,7	26,6	39,8	58,4
2 400	18,2	29,0	43,4	63,7
2 500	19,0	30,3	45,3	66,4
2 600	19,7	31,5	47,0	69,0
2 800	21,3	33,9	50,7	74,3
3 000	22,8	36,3	54,3	79,7
3 200	24,3	38,7	57,9	85,0
3 400	25,8	41,1	61,5	90,3

Este vorba de un regulator de tensiune în care se folosește ca element de reglare serie un tranzistor de tip BD-135 (BD-137 sau BD-139). Tensiunea de la acumulatorul autoturismului se aplică la bornele A — B ale schemei, borna B unde este conectat — 12 V fiind de regulă conectată și la șasiu. O siguranță de 0,5 A montată pentru a proteja întreaga instalație, aduce plusul la intrarea în întrerupătorul *Intr. 1*, iar de aici la colectorul lui T_1.

În cazul cînd T_1 nu ar fi polarizat, el ar prezenta o rezistență foarte mare (megohmi) și circuitul ar fi ca întrerupt.

Pentru ca T_1 să conducă, pe baza acestuia se aplică prin T_2 o tensiune de polarizare, respectiv un curent de polarizare. La rîndul lui, T_2 este deschis (polarizat) mai mult sau mai puțin prin aplicarea unei tensiuni pozitive culeasă potențiometric de la cursorul lui P_1. Așadar, pînă la urmă, funcție de poziția cursorului lui P_1, tranzistorul T_1 va fi deschis mai mult sau mai puțin, respectiv între emitorul său și borna minus vom găsi o tensiune pe care o putem regla continuu între 6 V și 9 V.

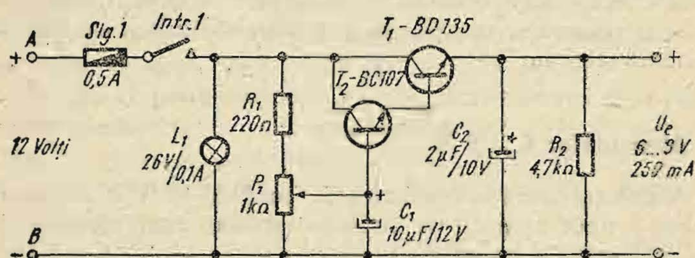


Fig. 55 — Alimentator 6... 9 V.

Capacitoarele C_1 și C_2 din schemă au rol de celule de filtrare, iar rezistorul R_1 limitează tensiunea de la bornele lui P_1. Pentru semnalizarea cuplării sursei în alimentator s-a prevăzut un bec de 26 V/0,1 A, care asigură o luminozitate suficientă.

Constructiv, montajul va fi realizat sub forma unei mici cutii din tablă, prevăzută cu urechi de fixare sub bordul autoturismului.

Conectarea la sursa de 12 V se va face folosind fie priza de bord, prevăzută de regulă la majoritatea autoturismelor, fie la o poziție de la panoul cu siguranțe, fie direct la bornele acumulatorului. Pentru oricare din aceste situații vom folosi un cordon bine izolat, cît mai flexibil și bine ancorat.

Tensiunea de ieșire reglabilă va fi culeasă prin intermediul unei mufe de alimentare de tipul celor folosite la casetofoane sau receptoare. Legătura cu aparatul ce urmează să-l alimentăm se va face, prin intermediul acestei mufe fixate de cutie, folosind un cordon, de asemenea, bine izolat.

Pe una din laturile acestei cutii se va fixa corpul de siguranță, becul L, întrerupătorul *Intr. 1* și mufa de ieșire. Potențiometrul P_1 se recomandă să fie scos tot pe acest panou, însă axul său să fie ascuns la nivelul panoului și să fie prevăzut cu un șliț, așa fel ca acționarea axului să se facă numai cu ajutorul unei șurubelnițe.

Acest mod de fixare a lui P_1 se impune din considerente de protecție, în caz contrar existînd riscul ca din greșeală sau din curiozitatea cuiva, tensiunea de ieșire să fie dereglată de la valoarea necesară. Reglarea lui P_1 pentru tensiunea necesară aparatului ce urmează a fi alimentat se face inițial cu ajutorul unui voltmetru de c.c. Curentul maxim ce poate fi absorbit de la bornele alimentatorului nu trebuie să depășească 250 mA. Pentru protecția termică a tranzistorului T_1, acesta se fixează pe un radiator din aluminiu cu o suprafață de minim 25 cm². Avînd în vedere că acest alimentator va fi supus unor vibrații permanente, se recomandă ca toate componentele să fie solid fixate, iar conexiunile dintre ele cît mai bine cositorite.

Automat pentru ștergătorul de parbriz

Necesitatea cuplării periodice a ștergătorului de parbriz atunci cînd ploaia nu este prea puternică, este o soluție care vine atît în sprijinul conducătorului auto, cît și a evitării uzurii lamei de ștergere. Această operație se poate face foarte comod cu ajutorul unei scheme electronice alimentară de la bateria de bord și cuplată în paralel pe contactul de acționare al mecanismului ștergătorului. Față de multitudinea de variante posibile prezentăm în figura 56 o asemenea schemă, avînd ca element de comandă un tiristor.

Înainte de a trece la descrierea schemei propuse, să urmărim pe scurt schema clasică de funcționare a unui ștergător de parbriz. Privind figura 56, a, observăm că ea cuprinde un electromotor de curent continuu prevăzut cu un mecanism care transformă mișcarea de rotație în mișcare de pendulare a brațelor ștergătoare, un întrerupător de bord *I*, care folosește pentru pornirea și oprirea dispozitivului, și o pereche de contacte *a—b* acționate de o camă care se află fixată pe sistemul de demultiplicare. La acționarea întrerupătorului I, circuitul de alimentare al electromotorului este stabilit și acesta începe să se rotească, antrenînd brațele de ștergere.

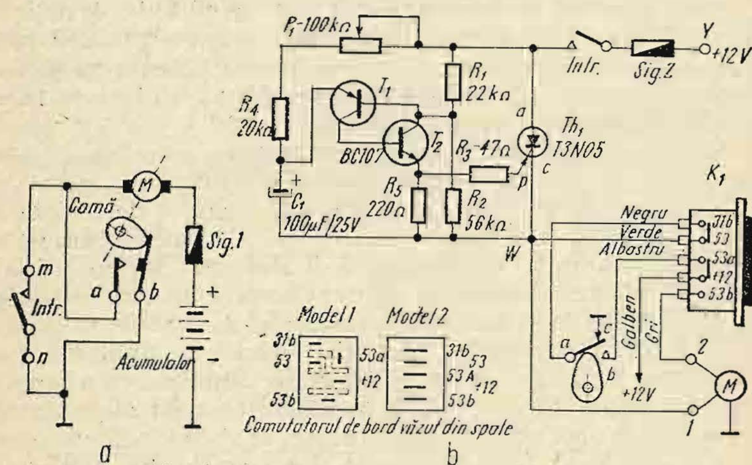


Fig. 56 — Automat pentru ștergătorul de parbriz.

Totodată este pusă în mișcare și cama, care ieșind din poziția de repaus lasă ca cele două contacte *a—b* să șunteze întrerupătorul *I*. La trecerea întrerupătorului *I* în poziția „oprit" vom observa că electromotorul continuă totuși să se rotească pînă cînd cama ajunge în poziția în care contactele *a—b* se desfac. De aici rezultă că pentru o cuplare chiar de scurtă durată a întrerupătorului *I*, brațele ștergătorului vor face o cursă dus-întors completă, oprindu-se totdeauna în poziția de repaus.

De reținut deci că această cursă completă este asigurată de camă împreună cu contactele sale, care odată deplasată din poziția de repaus, continuă să asigure alimentarea electromotorului pînă în momentul desfacerii contactelor *a—b*. Cunoscînd așadar mecanismul de funcționare al ștergătorului de parbriz, se poate afirma că rolul unui automat pentru ștergătorul de parbriz este înlocuirea acționării manuale a întrerupătorului *I* cu scurtcircuitarea automată și periodică a punctelor *m—n*. Locul acestui automat, în schema clasică, este deci în paralel cu punctele *m—n*. Timpul cît menținem scurtcircuitate punctele *m—n* determină numărul de pendulări ale brațelor de ștergere, iar timpul dintre două scurtcircuitări determină perioada de pauză a automatului.

La autoturismul Dacia-1300 schema de funcționare a mecanismului ștergătorului de parbriz este aceeași ca cea din figura 56,a cu deosebirea că electromotorul este prevăzut cu două viteze de lucru, asigurate prin două înfășurări de excitație distincte. Acționarea ștergătorului se execută cu ajutorul unui comutator basculant cu trei poziții, în care prima poziție este de repaus, iar următoarele poziții sînt de lucru (viteza I și viteza II).

Schema propusă spre realizare este adaptată pentru instalația autovehiculului Dacia-1300 și constă, practic, în cuplarea unui tiristor în derivație pe contactele de lucru ale întrerupătorului respectiv între punctele *m—n* similare, din schema clasică.

În desenul din figura 56, b schema este prezentată cu întrerupătoarele în poziția de repaus.

O particularitate a schemei, constă în faptul că prin cuplarea ei la instalația existentă a autovehiculului nu se modifică cu nimic din funcționarea sistemului existent. Alimentarea schemei electronice se face de la sursa de bord a autovehiculului.

La acționarea întrerupătorului *Intr*, schema primește tensiunea de 12 V, prin montajul electronic format din tranzistoarele $T_1 — T_2$ pe poarta tiristorului Th_1 se aplică un impuls de comandă și acesta se deblocă, permițînd astfel închiderea circuitului de alimentare al electromotorului *M* (pentru viteza I). Totodată cama se pune în mișcare și permite stabilirea contactelor *a — b*, care șuntează tiristorul, asigurînd în același timp alimentarea electromotorului pînă la terminarea cursei. În timpul cît cama este în poziția de repaus, și deci tiristorul nu este șuntat, are loc încărcarea capacitorului C_1 prin R_4 și potențiometrului P_1. În momentele următoare, acest capacitor se descarcă prin tranzistoarele $T_1 — T_2$, deblocînd din nou tiristorul după care schema intră iar în repaus pentru un timp *t* determinat de poziția potențiometrului P_1, care dozează încărcarea lui C_1 în timp. Reglajul duratei cît schema va fi blocată, și deci mecanismul nu va funcționa, se execută cu ajutorul potențiometrului P_1. Practic pentru valorile din schemă, se poate asigura între două pendulări ale brațelor ștergătorului o pauză cuprinsă între 5 ... 25 s, pauză care — așa după cum am arătat — se stabilește din P_1 și care în acest sens poate fi gradat în secunde.

La decuplarea alimentării schemei prin acționarea întrerupătorului *Intr*. mecanismul va funcționa pînă la terminarea cursei, respectiv pînă în momentul în care cama desface contactele *a — b*, punînd prin *a — c* la masă înfășurarea electromotorului.

Urmărind schema se observă că mecanismul ștergătorului se poate pune în funcțiune și cînd este acționat comutatorul K_1 care echipează autoturismul, deoarece sistemele sînt conectate în derivație. Dacă din greșeală se pornește atît sistemul automat cît și cel clasic, nu se va produce nici o defecțiune, însă mecanismul va funcționa permanent datorită stabilirii contactelor 53 și 53, a, ale comutatorului de bord.

Pentru echiparea autoturismului Dacia-1300 cu acest automat va trebui să efectuăm următoarele operațiuni:

— se deconectează borna +12 a acumulatorului autovehiculului;

— se conectează prin lipire cu cositor, un fir izolat între semnul + de la comutatorul de bord K_1 și punctul *Y*, adică înaintea întrerupătorului *Intr*. al schemei electronice. În acest mod este asigurată alimentarea automatului de la tensiunea de bord a autovehiculului;

— se conectează un fir izolat între punctul *W* al schemei electronice și contactul 53 aflat pe spatele comutatorului K_1;

— se cuplează înapoi borna +12 a acumulatorului autovehiculului.

Montajul electronic va fi introdus într-o casetă metalică, ce va fi fixată cu șuruburi sub bord.

În altă variantă, montajul poate fi realizat pe o placă comună, împreună cu alte scheme destinate electronizării automobilului.

Potențiometrul P_1 va avea fixat pe ax un mic disc, cu ajutorul căruia să putem fixa timpul de pauză între 2 curse ale brațelor de ștergere. Tranzistorul T_1 (pnp) poate fi BC 177, iar T_2 (npn) poate fi BC 107.

Semnalizator acustic

Pentru semnalizarea acustică, în interiorul autoturismului, a faptului că s-a acționat semnalizarea spre dreapta sau către stînga, a faptului că se acționează pedala de frînă sau pentru a nu porni cu frîna de mînă trasă se poate realiza o schemă simplă care să intre în funcțiune în unul din cazurile enumărate.

Schema prezentată în figura 57 cuprinde un oscilator *LC* realizat cu tranzistorul T_1 și un amplificator de joasă frecvență realizat cu T_2. Semnalul generat de oscilator este redat într-un difuzor miniatură de 8 Ω.

Alimentarea schemei se face prin intermediul unor diode de tip 1N 4004 montate după schema logică SAU.

Anodul fiecărei diode se leagă la contactul ce alimentează circuitul care trebuie supravegheat. Astfel, dioda D_1 se va conecta cu anodul la firul ce alimentează becurile de semnalizare stînga, dioda D_2 la becurile pentru semnalizare dreapta, D_3 în derivație pe becurile ce intră în funcțiune la apăsarea frînei de picior, D_4 la acționarea frînei de mînă etc.

În acest mod schema nu are nevoie de întrerupător în circuitul de alimentare.

Rolul diodelor introduse în circuit este acela de a bloca trecerea tensiunii ce apare la anodul uneia, către celelalte circuite.

Masa montajului se va conecta la șasiul (masa) autovehiculului.

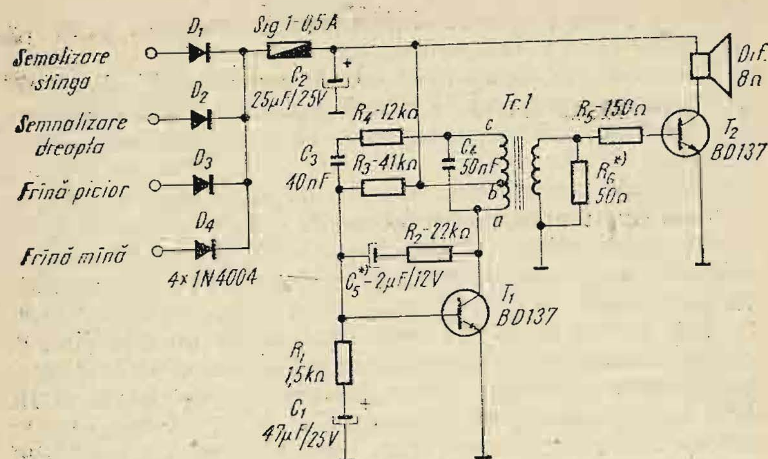


Fig. 57 — Semnalizator acustic.

Cuplajul între oscilator și amplificatorul audio se face prin secundarul transformatorului *Tr. 1*. Rezistorul R_6 va avea inițial o valoare de 50 Ω, dar pe timpul verificării această valoare poate fi modificată, schimbarea ei ducînd atît la modificarea tonalității, cît și la modificarea intensității sonore.

Transformatorul se va realiza pe un pachet de tole E-5 și cu o secțiune de minimum 1 cm².

Înfășurarea primară va cuprinde un număr total de 880 spire cu priza *b* la mijlocul bobinajului. Se va folosi sîrmă de CuEm cu diametrul de 0,25 ... 0,3 mm. Pentru secundar vom bobina un număr de 66 spire, folosind sîrmă de CuEm avînd diametrul de 0,5 mm.

Reglajul tonului se va face prin modificarea valorii capacitorului C_3 sau a lui C_4.

Montajul realizat pe un cablaj imprimat va fi protejat de o cutie metalică. Locul de amplasare cel mai potrivit poate fi portbagajul autoturismului, deoarece în acest loc este accesibilă conectarea diodelor pe circuitele supravegheate. În ceea ce privește circuitul de supraveghere a frînei de mînă, acesta este util pentru motivul că ne sesizează acustic (atunci cînd cheia se află în contact) dacă aceasta este acționată sau nu.

Consumul de curent al dispozitivului este de circa 20 mA, ceea ce nu deranjează funcționarea circuitelor pe care sînt conectate diodele.

AUTOMATE ELECTRONICE

Automat pentru iluminare

În locurile unde este necesar ca odată cu venirea nopții aprinderea unui bec să se facă automat și de asemenea tot automat să aibă loc și deconectarea lui la ivirea zorilor, se poate recurge la instalarea unui montaj tranzistorizat în care elementul sesizor este o celulă fotoelectrică. Din multitudinea de montaje care se folosesc în diverse locuri, am ales o schemă în compunerea căreia intră și un multivibrator astabil. Menționăm de la început acest lucru, deoarece în multe cazuri este folosit imediat după celula fotoelectrică un amplificator de curent continuu și un releu electromagnetic. Aceste tipuri de scheme prezintă inconvenientul că cuplarea și decuplarea becului nu se face totdeauna pentru aceeași intensitate luminoasă. Schema pe care o propunem în continuare nu prezintă acest dezavantaj, precizia cuplării și decuplării menținîndu-se constantă în timp, la toate acestea adăugîndu-se și un grad înalt de fiabilitate.

În compunerea schemei (fig. 58) intră următoarele elemente funcționale: sesizorul de lumină (FT_1), etajul multivibrator (T_3 — T_4), etaj amplificator de joasă frecvență (T_2), etaj redresor pentru frecvența joasă (D_5), un amplificator de curent continuu (T_1) avînd ca sarcină releul *Rel. 1* și redresorul de rețea (*Tr. 1*; D_1 — D_4; C_1). Celula fotoelectrică se montează într-un tub și se dirijează cu partea fotosensibilă către bolta cerului. La venirea întunericului, fototranzistorul FT_1, va prezenta o rezistență electrică de ordinul sutelor de mii de ohmi, ceea ce nu va permite transmiterea semnalului de reacție pozitivă între colectorul tranzistorului T_3 și baza tranzistorului T_4 și deci nici funcționarea multivibratorului T_3 — T_4. În continuare se observă că baza tranzistorului T_2 neprimind semnal, în secundarul transformatorului *Tr. 2* nu se induce nici o tensiune, iar T_1 stă blocat. Drept urmare releul *Rel. 1* nefiind străbătut de curent, este

Fig. 58 — Automat pentru iluminare.

neacționat, iar contactele sale se află în poziția de repaus. În această poziție se observă că prin $a - b$ se va închide circuitul de alimentare al becului L_1, acesta iluminînd spațiul pentru care a fost destinat. Va trebui să avem totuși grijă ca becul să fie așezat așa fel ca razele de lumină ce pornesc de la el să nu influențeze celula fotoelectrică.

Către dimineață, cînd începe să se lumineze, celula fotoelectrică sesizează această trecere prin scăderea foarte mult a rezistenței sale electrice, care, practic, ajunge la cîteva sute de ohmi. În aceste condiții apare o puternică reacție pozitivă între T_3 și T_4 și multivibratorul începe să oscileze pe o frecvență audio. Aceste oscilații sînt preluate din emitorul lui T_3 și duse în baza tranzistorului T_2 care lucrează ca amplificator audio.

După amplificare semnalul este cules în secundarul transformatorului *Tr. 2* și prin dioda punctiformă D_5 este redresat. În acest mod, pe grupul $R_2 - C_2$ apare o tensiune continuă care deschide tranzistorul T_1.

Curentul de colector al acestui tranzistor, trecînd și prin înfășurarea releului *Rel. 1*, va duce la atragerea paletei releului și la desfacerea contactelor $a - b$. Urmărind schema se observă că în acest mod alimentarea de 220 V este întreruptă și becul L_1 se stinge.

Schema se va afla în această stare, pînă cînd din nou se înnoptează și iarăși funcționarea multivibratorului încetează.

Sesizorul de lumină, în cazul schemei noastre este un fototranzistor *n-p-n* cu siliciu, fără acces la bază, de tipul ROL 031 sau ROL 31 produs la CCSITS — București.

Releul *Rel. 1* va fi prevăzut cu un număr redus de contacte și va trebui să lucreze la o tensiune de 12 V.

În schemă mai apare dioda Zener PL9V1Z care împreună cu R_9 are rolul de a asigura o tensiune stabilă de 9 V pentru multivibratorul $T_3 - T_4$ și pentru amplificatorul T_2.

Transformatorul *Tr. 2*, care este de joasă frecvență, poate fi tip driver de la un radioreceptor (de exemplu, „Mamaia") unde înfășurarea I este primară, iar II este înfășurarea secundară, punctul de priză mediană rămînînd nefolosit. Dacă nu dispunem de un asemenea transformator, îl putem realiza pe un pachet de tole cu secțiunea de minim 1 cm² bobinînd pentru primarul I un număr de 500 spire cu sîrmă de cupru emailat de diametrul de 0,1 mm, iar pentru

secundar un număr de 80 spire cu sîrmă de cupru emailat cu diametrul de 0,25 mm.

Redresorul care va asigura tensiunea de lucru de 14 ... 15 V va fi realizat cu un transformator *Tr. 1*, în al cărui secundar va trebui să avem o tensiune alternativă de 11 V. Se va folosi un pachet de tole cu secțiunea de minim 4 cm².

Primarul (2 600 spire) va fi bobinat cu sîrmă CuEm de 0,2 mm diametru, iar secundarul (130 spire) cu sîrmă de 0,35 mm.

Puntea redresoare $D_1 - D_4$ este formată din diode de tipul 1N4001 ... 1N4004 sau se folosește o punte redresoare de tipul 1PM05.

În cazul cînd este necesar ca numărul de becuri ce trebuie aprinse să fie mare, iar contactul $a - b$ al releului *Rel. 1* nu poate rezista curentului din circuit, atunci se va folosi un releu mai mare, dar care să fie pus în funcțiune de primul releu, *Rel. 1*. Pentru obținerea unei tensiuni cît mai mari la baza tranzistorului T_1 va fi necesar să modificăm în limita a 10% rezistorul R_7 precum și pe R_3. Momentul anclanșării releului funcție de iluminarea de afară se reglează din potențiometrul P_1. La anumite intervale de timp va fi necesar ca incinta transparentă în care este introdus fototranzistorul să fie ștearsă de praf.

Termostat pentru acvarii

Pentru păstrarea în interiorul acvariilor a unei temperaturi de +26° ± 1°C se poate realiza o schemă electronică simplă, sigură în funcționare și în același timp ieftină. Alimentată de la rețea, o asemenea schemă trebuie să dispună de un sesizor care să controleze permanent temperatura apei precum și de un „automat" care să cupleze sistemul de încălzire atunci cînd apa începe să se răcească. În figura 59 este prezentată o asemenea schemă, realizată numai cu trei tranzistoare, schemă ce asigură stabilizarea unei temperaturi ce poate fi reglată între 20°C și 30°C cu o precizie de ±0,5°C. Elementul sesizor este un termistor (R_T) de 1 000 Ω, la +20°C, iar elementul de încălzire al apei o rezistență electrică (*RA*) tip plonjor. Schema cuprinde o punte Wheatstone

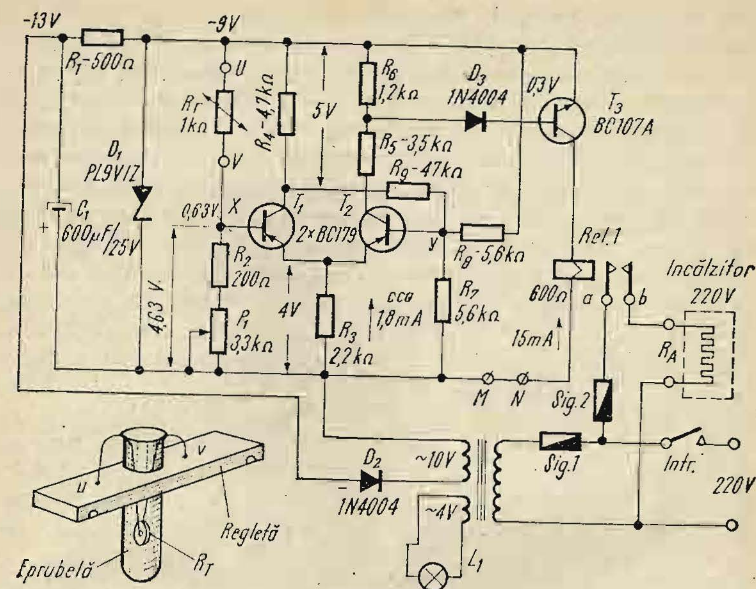


Fig. 59 — Termostat pentru acvarii.

formată din grupul de rezistoare de polarizare $P_1 - R_2 - R_T$ și $R_7 - R_8$ și care are conectat în diagonală de măsură un amplificator diferențial format din T_1 și T_2.

Pentru temperatura care trebuie menținută constantă, puntea trebuie să fie echilibrată prin manevrarea potențiometrului P_1, așa fel ca tensiunea măsurată între punctele $X - Y$ să fie nulă. În această situație, la bazele celor două tranzistoare este aplicată aceeași tensiune (+4,5 V) ceea ce face ca prin fiecare tranzistor să circule practic același curent.

Prin rezistorul R_3 cuplat ca element comun în emitorul ambelor tranzistoare va circula suma celor doi curenți și ca atare la bornele lui vom găsi o tensiune, în cazul schemei de față, de 4 V.

Curentul de colector al tranzistoarelor va produce pe rezistorul de sarcină R_4 o cădere de tensiune circa 5 V, iar pe R_6 de 0,65 V. De reținut deci că pentru cazul cînd puntea este echilibrată, situație ce corespunde temperaturii ce dorim să o menținem constantă, tensiunea la bornele lui R_6 este de 0,65 V. Această tensiune, care de fapt este tensiunea de

comandă din montaj, se transmite prin dioda D_3 bazei tranzistorului T_3 (*pnp*). Pentru această valoare, de 0,65 V, vom constata că tranzistorul T_3 nu se deschide, datorită existenței diodei D_3 în circuit.

Explicația constă în faptul că dioda D_3 de tip 1N4004 realizată din siliciu necesită o tensiune de deschidere de circa 0,6 V; dacă ea s-ar deschide totuși pentru tensiunea aplicată de la R_6, observăm că joncțiunii emitător-bază aparținînd lui T_3 i-ar rămîne doar tensiunea de 0,05 V (0,65—0,6 V), adică extrem de puțin pentru deblocare. În realitate nu se deschide nici dioda D_3, deoarece ea este înseriată cu rezistența joncțiunii bază-emitor, care pentru tensiuni mici măsoară cîțiva kiloohmi. Măsurînd cum se distribuie tensiunea de la bornele lui R_6 vom găsi pe dioda D_3 o tensiune de 0,35 V; iar pe joncțiunea bază-emitor o tensiune de 0,3 V.

La echilibrul punții, tranzistorul T_3 este blocat, prin el nu va circula nici un curent și ca atare releul *Rel. 1* aflat în circuitul de colector va sta neacționat. În această poziție contactele *a* — *b* ale releului sînt depărtate și rezistența de încălzire a apei, R_A nu este conectată la rețea.

În momentul în care apa, în care se află introdus termistorul R_T, începe să se răcească, rezistența internă a acestuia începe să crească. În acest mod, tensiunea de la baza lui T_1 începe să scadă, ceea ce duce la scăderea curentului de colector. Micșorarea curentului de colector prin T_1 duce implicit și la micșorarea curentului prin R_3 ceea ce mărește tensiunea bază-emitor la T_2.

Drept urmare curentul de colector prin T_2 crește, practic dublîndu-se, ceea ce face ca la bornele rezistorului R_6 să poată fi măsurată o tensiune de 1,3 V. De data aceasta, dioda D_3 se deschide, iar pe joncțiunea bază-emitor a lui T_3 apare o tensiune de 0,7 V ceea ce permite tranzistorului să se debloce.

Datorită curentului de colector prin T_3, releul *Rel. 1* este acționat, obligînd contactele *a* — *b* să se atragă și ca atare să închidă circuitul rezistenței de încălzire R_A, la tensiunea de 220 V.

Aflîndu-se în bazinul cu apă, rezistența R_A va încălzi lent mediul respectiv, aducîndu-l la temperatura de regim. Cum și termistorul R_T se află în același mediu, rezistența acestuia va începe să scadă ajungîndu-se din nou la echilibrul punții; prin aceasta T_1 se deschide din nou, curentul prin T_2 revine la valoarea stării de echilibru, iar T_3 se blochează.

Urmează și revenirea releului *Rel. 1* în starea de repaus, precum și deconectarea rezistorului de încălzire R_A. Apoi urmează iarăși răcirea lentă a apei, din nou cuplarea rezistorului R_A etc., operațiunile executîndu-se automat.

Alimentarea montajului se face de la o tensiune de 9 V, prin intermediul unui redresor alimentat la rîndul lui de la rețea. În primul secundar se va realiza o tensiune alternativă de 10 V care după redresare prin D_2 și filtrare prin C_1, se transformă într-o tensiune continuă de circa 13 V.

Trecută prin grupul R_1 — D_1 această tensiune este stabilizată de dioda Zener PL9V1Z la o valoare de 9 V. Cea de-a doua înfășurare secundară, care va asigura o tensiune de 4 V, folosește pentru aprinderea unui bec de control de 6,3 V, subalimentat pentru a nu da o lumină prea puternică. Releul *Rel. 1* va trebui să aibe o rezistență proprie de circa 600 Ω, spre a se putea asigura prin înfășurarea sa un curent de circa 15 mA.

Cînd nu dispunem de un releu care să lucreze la tensiunea de 9 V, atunci se va folosi pe cît posibil un releu cu tensiune cît mai apropiată de 9 V.

În această situație va trebui să asigurăm acestuia și tensiunea de lucru necesară prin conectarea în circuitul de colector al tranzistorului T_3 a unei surse de tensiune adecvată.

Astfel, dacă dispunem de un releu de 12 V, va trebui să deconectăm legătura dintre punctele *M*—*N* (din schema de principiu) și să introducem o sursă de tensiune continuă, conectînd polaritatea pozitivă a acesteia la punctul *N*, iar cea negativă la punctul *M*. Această tensiune poate fi obținută tot de la rețea, introducînd pe *Tr. 1* încă un secundar capabil să dea o tensiune alternativă de 9 V și care prin redresare să asigure o tensiune de 12 V.

După realizarea schemei pe o plăcuță cu cablaj imprimat se va proceda la verificarea ei în „exterior".

Pentru aceasta, avînd montat în locul rezistorului de încălzire R_A un bec de 220 V/25 W, vom cupla alimentarea și vom regla potențiometrul P_1 pînă cînd becul se va aprinde.

Ne vom opri cu reglarea lui P_1 chiar la limita trecerii releului *Rel. 1* din poziția de repaus în poziția atras.

Strîngînd cu degetele termistorul R_T, în scopul de a-l încălzi, vom urmări dacă schema reacționează, respectiv dacă după 10—15 s are loc bascularea care duce la stingerea becului; lăsînd în continuare schema în această stare, vom urmări iarăși dacă după trecerea unui timp de data aceasta mai lung, releul este acționat și becul se aprinde din nou. Dacă totul decurge așa după cum s-a explicat mai înainte, rezultă că se poate trece la montarea instalației în acvariu. În caz contrar trebuie urmărite toate circuitele, verificate tensiunile de control notate în schemă, verificată corectitudinea și soliditatea conexiunilor.

Pentru montarea schemei la acvariu va trebui să începem cu dispunerea termistorului R_T. Deoarece acesta trebuie să aibe permanent temperatura apei, și cum nu poate fi introdus direct în apă, va fi nevoie să apelăm la o mică construcție care să permită ca totuși acest element sesizor să funcționeze stabil și fără erori.

În acest sens se recomandă folosirea unei eprubete de sticlă de mici dimensiuni fixată perpendicular pe o regletă din material plastic sau lemn. Regleta va trebui să aibe o lungime puțin mai mare decît lățimea acvariului pentru a sta sprijinită de marginile acestuia, așa fel ca mai mult din jumătate din eprubetă să fie scufundată în apă.

Termistorul va fi introdus către fundul eprubetei, iar cu ajutorul a două fire izolate capetele U—V vor fi scoase pe regletă. Pentru ca termistorul să preia repede temperatura apei, în eprubetă va fi introdus ulei mineral (auto) așa fel ca nivelul acestuia să fie cu 10 mm peste termistor. În final, gura eprubetei va fi acoperită cu un dop din material plastic. Rezistența de încălzire a apei poate fi un fierbător electric tip plonjor de 200—300 W, dacă dimensiunea acvariului este mare, sau un bec de 75—100 W dacă acvariul este mai mic. În primul caz plonjorul va fi fixat pe o regletă din textolit asemănător modului de fixare al eprubetei.

Distanța dintre regletă cu termistorul și încălzitor va trebui să fie de circa 10 cm.

Dacă trebuie să folosim drept încălzitor un bec de 220 V/ 75 W, atunci becul va fi introdus într-un pahar (borcan) fără a se atinge unul pe altul. Paharul va fi scufundat mai mult de jumătate în apă și va fi menținut în această poziție tot prin intermediul unei reglete.

Transmiterea căldurii de la bec la volumul de apă se face indirect, prin încălzirea paharului. Becul va fi centrat în interiorul paharului prin fixarea fasungului acestuia de regletă cu ajutorul unei piese în U confecționată din tablă groasă de 1 mm.

După finalizarea acestor lucrări se va trece la reglarea schemei pentru menținerea temperaturii dorite.

Dintre metodele ce pot fi aplicate în acest scop, cea mai precisă și rapidă este următoarea:

În bazinul acvariului echipat cu toate elementele descrise mai înainte, plus un termometru, se toarnă apa încălzită la +27°C (verificată cu un termometru), pînă la nivelul obișnuit. Se urmărește la termometrul aflat în bazin momentul cînd apa răcindu-se ajunge la +26,2°C. În acest moment se cuplează alimentarea montajului și rotim potențiometrul pînă în momentul cînd releul *Rel. 1* nu este atras. În acest caz becul sau încălzitorul nu sînt conectate.

Această reglare a axului potențiometrului va trebui făcută, așa după cum am arătat și mai înainte, chiar la granița de trecere a releului dintr-o stare în alta. Urmărind modul cum scade temperatura apei, va trebui ca pentru +26°C, releul *Rel. 1* să anclanșeze, introducînd astfel în circuit încălzitorul electric.

Dacă conectarea nu are loc la +26°C va trebui să deplasăm foarte puțin cursorul potențiometrului pînă cînd releul se atrage. Încălzirea apei de către plonjor sau bec va fi urmărită la termometrul aflat în bazin; va trebui ca la atingerea temperaturii de +26,5°C, releul să se decupleze și deci încălzitorul să fie scos din funcțiune. Dacă deconectarea nu are loc, vom acționa din nou foarte puțin cursorul lui P_1. În felul acesta, din aproape în aproape, după cîteva reglaje se va reuși aducerea montajului în parametrii doriți.

Temperatura reglată poate avea orice valoare dorită în intervalul 20—30°C și chiar mai mult. În acest sens, un disc fixat pe axul potențiometrului și gradat ca atare ne va permite modificarea punctului de încălzire fără a mai proceda la reglarea din aproape în aproape. Este necesar ca acest element de reglaj P_1 să fie montat în interiorul cutiei montajului așa fel ca accesul la el să nu fie posibil decît prin deschiderea capacului cutiei. Se înțelege că această măsură este

absolut necesară pentru a nu permite ca cineva neavizat să deregleze punctul de stabilizare al temperaturii, urmînd consecințele ce decurg din această dereglare.

Montajul de stabilizare termică descris poate fi folosit și în alte situații, cum ar fi menținerea temperaturii într-o incintă, urmărirea unui tratament termic etc.

Termistorul R_T din schema descrisă a fost ales pentru o valoare de 1 000 Ω la +20°C.

Dacă nu dispunem de o asemenea piesă, pot fi folosite două termistoare de 500 Ω înseriate. De asemeni, pot fi folosite și termistoare cu valoare mai mare, de pildă, 1 200—1 800 Ω.

Semnalizarea depășirii tensiunii rețelei

În situațiile în care depășirea tensiunii rețelei de 220 V este dăunătoare circuitelor sau dispozitivelor pe care le alimentăm, putem apela la un dispozitiv automat simplu care să semnalizeze acustic situația nedorită. O astfel de schemă este dată în figura 60 și cuprinde ca element de sesizare un grup de diode Zener conectate în serie cu un releu electromagnetic, *Rel. 1*. O diodă cu siliciu D_1 asigură redresarea tensiunii de rețea în scopul folosirii ei ca sursă de alimentare a releului precum și a generatorului de semnal sonor de avertizare.

Dispozitivul se cuplează în derivație pe circuitul ce trebuie supravegheat, bornele de cuplare fiind notate în schemă cu literele *A — B*.

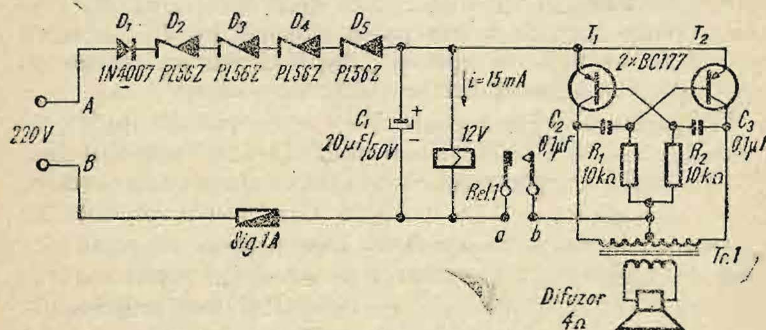


Fig. 60 — Semnalizarea depășirii tensiunii rețelei.

Cînd tensiunea care apare în punctele *A — B* depășește tensiunea de străpungere a barierei diodelor stabilizatoare Zener conectate în serie, atunci prin releul *Rel. 1* va circula un curent redresat monoalternanță, ceea ce face ca acesta să se atragă. În acest moment, prin contactele sale *a — b* tensiunea de circa 12 V de la bornele capacitorului de filtraj C_1 este conectată drept sursă de alimentare la multivibratorul realizat cu tranzistoarele T_1 — T_2. Astfel alimentat multivibratorul intră în funcțiune, generînd o frecvență audio, redată de difuzorul *Dif.* de 4 Ω, atrăgînd astfel atenția despre apariția supratensiunii. Dacă releul *Rel. 1* este echipat cu încă o pereche de contacte, acestea pot servi la deconectarea automată de la rețea a dispozitivului care trebuie protejat. Releul folosit va fi de tipul celor care lucrează cu o tensiune de acționare de 12 V și cu un curent de menținere de minimum 15 mA. Transformatorul *Tr. 1* va fi un transformator de ieșire folosit în etajele finale în contratimp din compunerea radioreceptoarelor. Pentru o operativitate mai mare în folosirea acestui dispozitiv, intrarea *A—B* poate fi prevăzută cu un ștecher și cordon, cuplat într-o priză din încăperea în care funcționează instalația ce trebuie protejată.

Pentru verificarea acționării schemei la o tensiune mai mare de 220 V se va folosi un transformator ridicător de tensiune cu posibilități de reglare din 2 V în 2 V. Cuplînd un voltmetru în derivație pe bornele *A—B* și alimentînd schema cu tensiuni crescătoare, de la 220 V în sus, se va urmări momentul cuplării releului *Rel. 1*. În cazul în care tensiunea de decuplare nu este convenabilă, se vor sorta diodele Zener așa fel ca să se obțină valoarea necesară.

CUPRINS